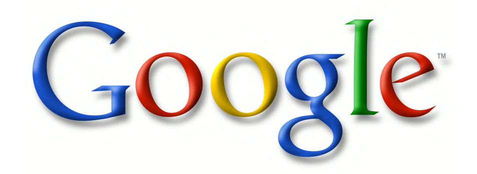
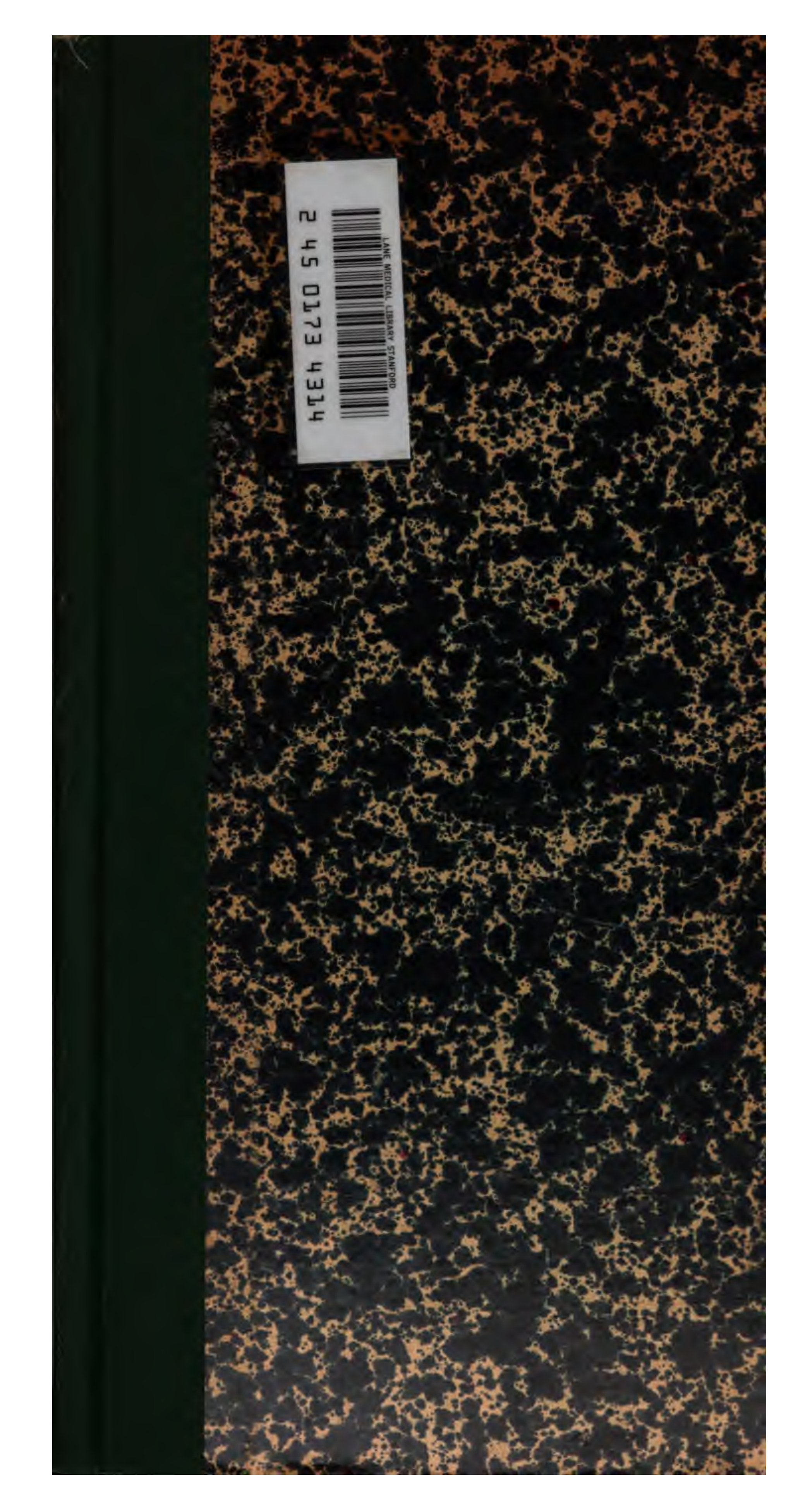



LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0173 4314

AUS DEM PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUM
DER UNIVERSITÄT ZU CHARKOW.

ZUR LEHRE

VON DER

INNERVATION DER PUPILLENBEWEGUNG

VON

DR. E. P. BRAUNSTEIN,
PRIVATDOCENTEN FÜR AUGENHEILKUNDE IN CHARKOW.

MIT 27 FIGUREN IM TEXT.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1894.

Druck der Kgl. Universitäts-Druckerei von H. Stürtz in Würzburg.

Inhalt.

Einleitung.

Die Frage von der Innervation der Pupille gehört zu denjenigen Gebieten der Physiologie, welche seit jeher Gegenstand zahlreicher Untersuchungen waren. Sowohl der Bewegungsmechanismus der Pupille, als seine mannigfaltigen, bei verschiedenen pathologischen Vorgängen zu beobachtenden Störungen erregten das lebhafte Interesse nicht nur der Physiologen, sondern auch der Neuropathologen. Trotz der beträchtlichen Menge der zum Theil von den hervorragendsten Forschern angestellten Untersuchungen, bleibt hier noch so Manches völlig unaufgeklärt und es dürfte kaum möglich sein ein anderes Gebiet der Physiologie ausfindig zu machen, wo wir auf so zahlreiche Wiedersprüche stossen, wie hier. Am meisten abgeschlossen erscheint die Frage von der Pupillenverengerung. Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, dass dieselbe reflektorisch unter Einwirkung des Lichtes und als Begleiterscheinung während der Accommodation und der Konvergenz zu Stande kommt. Als Pupillenverengerungscentrum gilt der Kern des N. oculomotorius. Aus diesem durch die Arbeiten von Edinger, Westphal, Hensen und Völkers, Kahler, Pick und Perlia genau untersuchten Centrum werden die pupillenverengernden Impulse zum Auge durch den N. oculomotorius fortgeleitet, während die centripetale Bahn für denselben Akt (Reflex) mit dem N. opticus zusammenfällt. Ueberaus weniger Klarheit herrscht in der Lehre von der Pupillenerweiterung. Wir vermögen noch heut zu Tage nicht die Centren derselben genau zu lokalisiren; ebenso wenig wissen wir von den Bahnen, auf welchen die pupillendilatirenden Nervenfasern verlaufen.

Ja selbst in der Frage vom Vorhandensein eines Musculus dilatator pupillae, als anatomisch gesonderten Muskels, machen sich zur Zeit zahlreiche Meinungsverschiedenheiten geltend. Insbesondere ist das Verhältniss der grossen Gehirnhemisphären zur Innervation der Pupillenerweiterung noch nicht festgestellt. Mydriasis stellt einen unwillkürlichen Akt dar. Unser Wille vermag weder die Erweiterung der Pupillen hervorzurufen, noch die bereits erfolgte Dilatation zu hemmen. Wir wissen andererseits, dass die Pupille die Fähigkeit besitzt auf die verschiedenartigsten sensibeln und psychischen Einflüsse, wie Schreck, Zorn, Freude, fein zu reagiren, mit anderen Worten, dass alle seelischen Erregungen oder sogen. Affekte Pupillenerweiterung hervorbringen. Es ist ferner aus der Litteratur bekannt geworden, dass gewisse Personen über die Fähigkeit der willkürlichen Verengerung resp. Erweiterung ihrer Pupillen verfügen. Sie können nämlich nach eigenem Willen ihre Pupillen erweitern, sobald sie sich in ihrer Phantasie einen dunkeln Raum vorstellen, und umgekehrt — dieselben verengern, wenn es ihnen gelingt die Vorstellung eines grell beleuchteten Gegenstandes zu erwecken. Diese Art der Pupillenerweiterung, wie auch diejenige, die mit verschiedenen Affekten Hand in Hand geht, gehören zum Typus der Psychoreflexe, d. i. solcher, an deren Zustandekommen das Grosshirn betheiligt ist. Es besteht jedoch der Unterschied, dass bei Affekten als erster der drei Reflexbestandtheile eine periphere sensible Erregung, dagegen bei den mit der erwähnten Eigenthümlichkeit behafteten Personen als solches Moment ein willkürlich erzeugter psychischer Impuls dient. Sowohl im ersteren als im letzteren Fall tritt das Verhältniss der Hemisphärenrinde zur Pupillarinnervation klar zu Tage. Der Einfluss der Hemisphärenrinde auf verschiedene vegetative Vorgänge im Organismus (Herzthätigkeit, Athmung, Tonus der Gefässe und der Sphinkteren etc.) steht heut zu Tage als feste Thatsache da. Experimentelle Untersuchungen auf diesem Gebiete der Physiologie wurden von W. J. Danilewski („Untersuchungen über die Physiologie des Kopfhirnes“ 1876) vorgenommen, welcher zuerst nachgewiesen hat, dass man durch elektrische Reizung gewisser Grosshirntheile charakteristische Veränderungen der Cirkulation und der Athmung erzeugen kann. Da aber in demselben

Rindengebiete noch Centren für andere psycho-reflektorische Erscheinungen, und zwar von Seiten der Augen- und Gesichtsmuskeln (Hitzig), der Pupillenveränderung, der Kontraktion des Darmes und der Harnblase und der Speichelsekretion (Bochefontaine) verlegt sind, so wurde vom genannten Forscher die Vermuthung von der Existenz in diesem Gebiete eines grossen affekto-motorischen Centrums ausgesprochen.

* * *

Vorliegende Arbeit hat sich das Studium sowohl der peripheren als der centralen Innervation der Pupillardilatation zum Ziele gemacht, wobei der Einfluss der Grosshirnhemisphären auf die Pupillarreflexe besondere Berücksichtigung gefunden hat.

Erster Theil.

Geschichtliches.

Kapitel I.

Die Lehre von der Innervation der Pupillenerweiterung.

Im Jahre 1872 hat Parfour du Petit[1]) zuerst nachgewiesen, dass nach der Durchschneidung des sympathischen Grenzstranges am Halse folgende Erscheinungen beobachtet werden: 1. das dritte Augenlid zieht sich über die Cornea und deckt den vierten Theil derselben; 2. Schleim und Drüsensekret sammeln sich im inneren Augenwinkel an; 3. der Augapfel fällt mehr in die Augenhöhle ein; 4. es entsteht eine leichte Entzündung der Conjunktiva; 5. die Pupille verengt sich. Diese Beobachtung wurde 1755 von Molinelli[2]), später von Arnold[3]) und Stilling[4]) bestätigt. Valentin[5]) wies zunächst darauf hin, dass auf Durchschneidung des N. sympathicus zuerst Erweiterung der Pupille und erst nach Verlauf einer Minute Verengerung derselben erfolgt, die darauf konstant bleibt, Reid[6])

---

1) Mem. de l'acad. des sciences. Année 1727, pag. 1. Citirt nach der Monographie von Budge: „Die Bewegung der Iris". Braunschweig 1855.

2) Comentar. de Bononiensi scientiarum et artium institutio atque acad. Bon. 1748—91, T. III (1755) pag. 280 (citirt nach Budge).

3) Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarkes, pag. 123 (citirt nach Budge).

4) Spinalirritation, pag. 140 (citirt nach Budge).

5) De funct. nerv., pag. 109, 114 (citirt nach Budge).

6) Physiolog., anat. and pathol. researches. Edinb. 1848, pag. 291 (citirt nach Budge).

isolirte bei Katzen den N. vagus und den N. sympathicus und zeigte, dass bloss letzterer auf die Pupille von Einfluss ist. Von Reid's weiteren Beobachtungen ist noch hervorzuheben, dass nach Durchschneidung des N. sympathicus die Pupille unter Einwirkung des Lichtes sich kontrahirt, dass ferner im Augenblicke des Todes die Pupille sich erweitert. 1846 wiederholte Serafino Biffi[1]) den Versuch von du Petit und lieferte den Beweis, dass man durch Reizung des N. sympathicus Pupillenerweiterung herbeiführen kann, wodurch die Beobachtung von du Petit ihre Bestätigung erfuhr.

Budge[2]) wiederholte die Versuche von Biffi. Er verfolgte Schritt für Schritt den Verlauf der pupillendilatirenden Nervenfasern bis zum Rückenmarke hin und fand den centralen Ursprung derselben im Rückenmarke zwischen dem 6. Hals- und 4. Brustwirbel. Die Kardinalexperimente, welche seine Behauptung begründen, waren folgende. Er ätherisirte Kaninchen, entblösste den zwischen dem 6. Hals- und 4. Brustwirbel liegenden Rückenmarkstheil, trennte durch je oberhalb und unterhalb geführten Querschnitt dieses Gebiet vom übrigen Rückenmarke ab und setzte die Drähte eines galvanischen Apparates auf die blossgelegte Stelle, so dass der Strom durch beide Hälften des Rückenmarkes gehen kann. Jetzt beobachtete er Erweiterung beider Pupillen, sobald beide N. sympathici intakt waren. Durchschnitt er aber auf irgend einer Seite den N. sympathicus, so sah er Pupillenerweiterung auf der entgegengesetzten Seite eintreten, während die auf der entsprechenden Seite befindliche Pupille nicht die mindeste Veränderung in ihrem Durchmesser zeigte. An den oberhalb und unterhalb des erwähnten Abschnittes liegenden Theilen des Rückenmarkes hingegen blieb jede Reizung ganz ohne Erfolg. Daraus folgerte Budge, dass im Rückenmarke zwischen dem 6. Hals- und 4. Brustwirbel das Centrum für die Dilatatoren der Pupille lokalisirt ist und er nannte dasselbe — Centrum cilio-spinale inferius. Um für seine Meinung eine Stütze zu gewinnen, stellte

---

1) Intorno all' influenza che hanno sull' occhioi due nervi Grande sympathico e Vago. Dissert. Inaug. Par. 1846 (citirt nach Budge, pag. 107).

2) l. c.

Budge an Kaninchen Versuche an, welche in Exstirpation der Seitenstränge des Rückenmarkes bestanden. Es ergab sich, dass Pupillenverengerung bloss nach Exstirpation des zum erwähnten Gebiete gehörigen Markes, d. i. zwischen dem 6. Hals- und 4. Brustwirbel, erfolgt. Indem Budge die Bahnen der Pupillendilatatoren vom Centrum im Rückenmarke bis zum Halstheile des N. sympathicus genau verfolgte, fand er, dass die genannten dilatirenden Fasern das Rückenmark durch die vorderen Wurzeln des 7., 8. Hals, 1. und 2. Brustnerven verlassen. Den Beweis dafür ersieht er in dem Versuche mit der Durchschneidung dieser Wurzeln, welcher ebenso Pupillenverengerung ergab, wie Durchschneidung des N. sympathicus.

Ausser diesem Rückenmarkscentrum hält Budge die Existenz eines anderen, höher liegenden Centrums für die Pupillendilatatoren für wahrscheinlich und dies — auf Grund folgender Versuche. Wenn man bei einem Thiere, dem man 5—6 Tage vorher den N. sympathicus unterhalb des obersten Halsganglions durchschnitten hat, dasselbe Ganglion, oder die Nn. Carotici oder das Ganglion Gasseri oder den Augapfel reizt, so beobachtet man Pupillenerweiterung. Letztere kann nicht bewerkstelligt werden, wenn man statt Durchschneidung des N. sympathicus das oberste Halsganglion exstirpirt. Hiernach ist nach Budge nicht zu bezweifeln, dass das Ganglion cerv. supr. seine pupillendilatirenden Fasern nicht allein aus dem Centrum cilio-spinale inferius, sondern noch aus einem höher liegenden Centrum empfängt. Budge giebt nicht genau die Lokalisation dieses, von ihm mit dem Namen „Centrum cilio-spinale superius“ belegten Centrums an, sondern vermuthet den Sitz desselben in der Nähe des Ursprunges des N. hypoglossus, welcher mit dem obersten Halsganglion anastomosirt. Diese Vermuthung basirt darauf, dass die Durchschneidung dieser Anastomose zugleich mit dem N. sympathicus der Exstirpation des Ganglion cerv. supr. gleichbedeutend ist, denn schon einige Tage nach solcher Durchschneidung gelingt es nicht mehr durch Reizung des oberen Segmentes des N. sympathicus oder des Ganglion Gasseri oder des Augapfels Pupillenerweiterung zu erzeugen und zwar aus dem Grunde nicht, weil alle dilatirenden Fasern bis zum Augapfel degeneriren. Budge hält zwar das

Centrum cilio-spinale inferius für selbständig, glaubt jedoch, dass dasselbe Erregungsimpulse auch aus höher liegenden Partien des centralen Nervensystems erhält. Nachdem er an Kaninchen sich überzeugt hatte, dass man durch Reizung der hinteren Wurzeln des 7., 8. Hals- und 1., 2. Brustnerven Pupillenerweiterung herbeiführen kann, welche jedoch weniger ausgeprägt und von geringerer Dauer ist, als es bei Reizung der vorderen Wurzeln der Fall ist, gab er der Annahme Raum, dass der Tonus des Centrums ciliospinale zum Theil durch Erregungen aufrecht erhalten wird, welche vom Auge herkommen, durch den N. sympathicus zu diesen Wurzeln und von hier zum Centrum der Pupillendilatatoren fortgeleitet werden. Indem nun Budge annimmt, dass das Dilatatorencentrum durch Dunkelheit erregt wird, entscheidet er nicht definitiv, durch welchen Nerven solche Impulse in centripetaler Richtung fortgeleitet werden. „Welcher Nerv die Dunkelheit anzeigt, ob der N. opticus, der N. trigeminus, ob die von der Iris zum Centrum des N. sympathicus gerichteten Fasern, das sind Fragen, die bis jetzt nicht gelöst werden können“ (pag. 194).

Die wichtigsten Experimente von Budge wurden von Schiff[1]) bestätigt, jedoch mit dem Unterschiede, dass für die obere Grenze des unteren Centrums die Angabe von Budge, als der Wirklichkeit nicht entsprechend, von Schiff wiederlegt wurde. Er führt zu Gunsten seiner Behauptung folgende Beobachtung an. Durchschneidet man eine Hälfte des Rückenmarkes oberhalb des 4. Halswirbels, so erhält man auf der entsprechenden Seite Pupillenverengerung, Gefässerweiterung nebst Temperaturerhöhung des Ohres, der Nasenschleimhaut und der oberen Lippe. Diese Erscheinungen wurden von ihm sowohl bei Hunden als bei Kaninchen beobachtet. Demnach bestreitet Schiff die Selbständigkeit des unteren Centrums von Budge und schreibt sie nur dem oberen, im Schädelhirn lokalisirten Centrum zu. Für die vasomotorischen Nerven liegt solches Centrum nach Schiff im verlängerten Marke und zwar in der Nähe des Calamus scriptorius.

---

[1]) Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems mit Berücksichtigung der Pathologie. Frankfurt 1855.

Chauveau[1]) wiederholte die Experimente von Budge und fand, dass man durch elektrische Reizung des Rückenmarkes im Gebiete des unteren Budge'schen Centrums reflektorische Pupillendilatation hervorrufen kann, da man bei Anwendung schwacher Ströme bloss auf Reizung eines der Hinterstränge Erweiterung beider Pupillen eintreten sieht. Reizte er die hinteren Wurzeln der oberen Brustnerven, so erhielt er Pupillenerweiterung nur bei intaktem Rückenmarke. Nach Trennung des Gebietes des unteren Budge'schen Centrums vom übrigen Rückenmarke konnte Chauveau durch Reizung der hintern Wurzeln keine Pupillenerweiterung hervorrufen. Einen positiven, aber sehr geringen Erfolg erhielt er ein einziges Mal beim Experimente am Esel.

Claude Bernard[2]) zeigte, dass die Vasomotoren des Kopfes und die die Pupillenerweiterung, Oeffnung und Hervortreten des Auges bewirkenden Fasern das Rückenmark auf verschiedenem Wege verlassen. Er durchschnitt die oberen Brustnerven und sah auf der entsprechenden Seite Pupillenverengerung und den ganzen Komplex von Erscheinungen, welche am Auge nach Durchschneidung des Stammes des N. sympathicus einzutreten pflegen. Dagegen blieben vasomotorische und thermische Erscheinungen an gewissen Kopftheilen aus; traten sie zuweilen auf, so waren sie nur schnell vorübergehend und aller Wahrscheinlichkeit nach reflektorisch. Durchschneidet man dagegen, sagt Claude Bernard, den aufsteigenden Theil des N. sympathicus an der Wirbelsäule zwischen der 2. und 3. Rippe, so erhält man auf der entsprechenden Kopfhälfte all' die genannten Erscheinungen von Seiten der Vasomotoren und der Temperatur, auf das Auge bleibt aber dieser Versuch ohne jeglichen Einfluss. Claude Bernard hat ferner zuerst nachgewiesen, dass durch Reizung eines beliebigen sensibeln Nerven Erweiterung beider Pupillen und Oeffnung beider Augen hervorgerufen werden können. Wenn aber die Pupillarfasern, welche aus dem Rückenmarke zusammen mit den vorderen Wurzeln entspringen, auf irgend einer Seite durchschnitten worden sind, so

1) Détermination du mode d'action de la moelle épinière dans la production des mouvements de l'Iris. Journal de la Physiol. du Dr. Brown-Sequard, 1861.

2) Recherches expérimentales sur les nerfs vasculaires et calorifiaques. IIIme. partie. Journal de la Physiologie du Dr. Brown-Sequard, T. V, 1862.

zeigen sich die Reflexerscheinungen nur am gesunden Auge, unabhängig davon, auf welcher Körperseite man den Reiz applizirt. Dem zufolge lässt er die Bahnen der Pupillarreflexe sich kreuzen. „Diese Erscheinung, sagt Claude Bernard, bildet seinen scharfen Gegensatz zu den vasomotorischen Reflexerscheinungen, welche begrenzt sind und sich nicht über eine bestimmte Schranke hinaus erstrecken. Die vasomotorischen Reflexe sind nie gekreuzt.“

1861 wies Balogh[1]) das Vorhandensein einer neuen, bisher unbekannten Schädelhirnbahn für die Pupillendilatatoren nach. Er stellte Erstickungsversuche an Kaninchen an und fand während der Asphyxie hochgradige Pupillenerweiterung, welche auch nach Ausrottung des Ganglion cerv. supr. n. sympathici nicht ausblieb. Er erklärt diese asphyktische Pupillendilatation durch eine Störung der Ernährung der betreffenden Centralgebilde welche in Folge Sauerstoffmangel eintritt und giebt an; dass die Pupillendilatation ausblieb, wenn er vorher das Ganglion Gasseri vollvollkommen durchgeschnitten hatte. In einer anderen Reihe von Versuchen decapitirte er Kaninchen, entfernte ihnen die Gehirnhemisphären und erhielt auf Reizung des Gang. Gasseri und des ersten Trigeminusastes Pupillenerweiterung. Das gleiche Resultat ergab die Reizung des zwischen den Ursprungsstellen des N. trigeminus gelegenen Theiles der Medulla oblongata. Und wenn der Trigeminusstamm vorher durchschnitten war, so konnte man infolge der Reizung der Medulla oblongata keine Veränderung in der Pupillengrösse wahrnehmen. Aus diesen Versuchen folgerte Balogh: 1. dass für die pupillenerweiternden Fasern in dem Rückenmarke ein Ursprungscentrum sich befindet, welches mit der Ursprungsstelle des Trigeminusnerven zusammenfällt, 2. dass alle Pupillendilatatoren durch das Ganglion Gasseri gehen und dasselbe durch den ersten Trigeminusast verlassen[2]).

---

1) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, 1862, Bd. VIII, pag. 423.

2) a) Für die pupillenerweiternden Nerven befindet sich in dem Rückenmark ein Ursprungscentrum, welches mit der Ursprungsstelle des Trigeminusnerven zusammenfällt. b) Jede Nervenröhre, welche für die Dilatatoren der Pupille bestimmt ist, geht durch das Ganglion Gasseri und verlässt dasselbe durch den ersten Trigeminusast (pag. 433).

Zu demselben Schluss aber auf anderem Wege wie Balogh kam Oehl[1]). Das Vorhandensein einer Schädelhirnbahn für die Dilatatoren erschloss er aus seinen Beobachtungen über Pupillenerweiterung an Hunden und Kaninchen. Nach den Versuchen Oehls ist es unzweifelhaft, dafs der erste Ast des Trigeminus selbstständige pupillenerweiternde Fasern enthält, abgesehen von solchen Fasern des Halsstammes des N. sympathicus, welche nur in der Umgebung des Augenastes des Trigeminus verlaufen. Zerstörte er die vom N. sympathicus stammenden Fasern, was bei Hunden leicht gelingt, oder exstirpirte er vorher das erste Halsganglion des N. sympathicus, so erfolgte trotzdem auf Reizung des ersten Trigeminusastes Pupillendilatation. Was den Ursprung dieser pupillenerweiternden Fasern betrifft, so hält Oehl es für wahrscheinlich, dass sie im Ganglion Gasseri entspringen und dass der Stamm des N. trigeminus bis zur Bildung des Ganglion Gasseri keine dilatirenden Nervenfasern enthält.

Derselben Meinung über den Ursprung der Schädelhirndilatatoren aus dem Gang. Gasseri ist Guttman[2]). Er wiederlegt auf Grund seiner an Fröschen angestellten Versuche die Balogh'schen Ergebnisse, welche das Pupillendilatatorencentrum in die Medulla oblongata verlegen. Er fand nämlich, dass nur die Durchschneidung des N. trigeminus unmittelbar hinter dem Gang. Gasseri von einer geringen Pupillenverengerung gefolgt wird. Dieser Erfolg sei auf die Durchschneidung der zum Trigeminusstamme verlaufenden sympathischen Fasern zurückzuführen. Durchschneidet man dagegen den Stamm des N. trigeminus an seiner Ursprungsstelle im Gehirn, so kommt keine Verengerung der Pupille zu Stande. Ferner fand Guttman, dass die Exstirpation des G. Gasseri ihrer Wirkung nach der Exstirpation des obersten Halsganglions resp. der Durchschneidung des Halssympathicus nicht gleichbedeutend ist, während im ersteren Falle die Pupillenkontraktion eine bedeutende und andauernde ist, ist sie im letzteren Falle eine geringe und bald verschwindende. Daraus entnimmt Guttman, dass das Gang. Gasseri die Ursprungsstelle der Schädelhirndilatatoren bildet.

---

1) Meissner's Jahresbericht, 1862, pag. 506.

2) Centralblatt für die medizinische Wissenschaft, 1864, pag. 598.

Salkowski[1]) hat an einer Reihe von Kaninchen, die er mit Morphium narkotisirte, die Ergebnisse von Budge bestätigt. Auch er fand, dass sowohl die Vasomotoren des Ohres als auch die Pupillendilatatoren ihren Ursprung im Rückenmarke nehmen und aus demselben mit den vorderen Wurzeln des 7., 8. Hals- und 1., 2. Brustwirbel in den Sympathicus austreten. In der That, ergab bei Salkowski die Durchschneidung dieser Wurzeln Pupillenverengerung und Gefässerweiterung des Ohres. Dagegen veränderte die nachfolgende Durchschneidung des N. sympathicus weder die Pupillenweite, noch den Durchmesser der Gefässe. Was nun den centralen Ursprung der pupillaren und vasomotorischen Fasern anbelangt, so liegt derselbe seinen weiteren Versuchen zufolge oberhalb der von Budge angegebenen Gegend, wahrscheinlich in der Medulla oblongata, weil Durchschneidung einer Hälfte des Rückenmarkes auf der Strecke zwischen dem 6. Halswirbel und dem Os occipitale auf der entsprechenden Seite Gefässparalyse des Ohres und Verengerung der Pupille herbeiführt. Da bei der halben Durchschneidung des Rückenmarkes unterhalb des 3. Brustwirbels keinerlei derartige Erscheinungen von Seiten der Pupille und der Ohrgefässe auftraten, so stimmt Salkowski behufs der unteren Grenze des Dilatatorencentrums mit Budge überein. Was die von den sensiblen Nerven ausgehenden Pupillarreflexe betrifft, so werden dieselben nach Salkowski in der Medulla obl. übertragen, denn die reflektorische Erweiterung der Pupille bleibt nach Durchschneidung der einen Rückenmarkshälfte auf der operirten Seite aus. Da Salkowski bei Durchschneidung einer Rückenmarkshälfte weder durch Asphyxie, noch durch Reizung des oberen Segmentes der Medulla spinalis Pupillardilatation auf der entsprechenden Seite zu erzeugen vermochte, so wurde er zur Annahme gedrängt, dass für die Pupillendilatatoren nur eine Bahn existirt und zwar von der Medulla oblongata durch die Medulla spinalis zum N. sympathicus.

Die Ergebnisse der Balogh'schen Untersuchungen gewannen festen Boden in den Arbeiten von Nawalichin[2]). Nachdem sich

1) Ueber das Budge'sche cilio-spinal. Centrum. Zeitschrift für rationelle Medizin, 1867, XXIX. Bd., pag. 167.

2) I. Zur Lehre von der Erweiterung der Pupille. II. Beitrag zur Pupillenerweiterung bei Athmungsuspension. Aus dem physiologisch. Laboratorium an der Universität zu Kasan, 1869, pag. 7 und 24. (Russisch.)

dieser Forscher von allem an curaresirten Katzen überzeugt hatte, dass die reflektorische Erregung des Vasomotorencentrums stets von Dilatation beider Pupillen begleitet wird, fand er, dass die Uebertragung dieses Reflexes nicht im Centrum cilio-spinale inferius von Budge erfolgt, sondern viel höher, da nach Durchschneidung des Rückenmarkes oberhalb des ersten Halswirbels nunmehr keine reflektorische Pupillenerweiterung infolge Reizung eines sensibeln Nerven statthat. Ferner wies der ebengenannte Forscher nach, dass für die von den sensibeln Nerven ausgehenden Pupillarreflexe ausser dem N. sympathicus noch eine Schädelhirnbahn existirt, da nach Ausrottung des obersten sympathischen Halsganglions diese Reflexe schwinden. Noch zwei Beobachtungen von Nawalichin sprechen entschieden für eine Schädelhirnbahn der Dilatatoren, 1. wenn man das Rückenmark in der Höhe des dritten Halswirbels durchschneidet, so erhält man auf elektrische Reizung des oberen Rückenmarkssegmentes Dilatation beider Pupillen selbst im Falle, dass beide oberen Halsganglien entfernt sind, 2. wenn man das Rückenmark unterhalb der Medulla oblongata durchschneidet, so ist asphyktische Pupillenerweiterung selbst nach Exstirpation des obersten Halsganglions zu beobachten.

Vulpian[1]) hat die von Nawalichin gemachte Annahme einer experimentellen Prüfung unterworfen und konnte durch Versuche an Hunden bestätigen, dass die Exstirpation des obersten Halsganglions das Auftreten einer reflektorischen Pupillenerweiterung auf der operirten Seite nicht hemmt. Um genauer die Bahn der Dilatatoren zu eruiren, ob sie, abgesehen vom N. sympathicus, mit irgend einem Schädelnerven, sei es der Trigeminus oder Oculomotorius, zusammenfällt, oder ob sie die A. vertebralis begleitet, stellte er an curaresirten Katzen und Hunden zwei neue Versuchsreihen an[2]). Er exstirpirte seinen Versuchsthieren vorher das

[1]) Note relative à l'influence de l'exstirpation du Gang. cervic. supérieur sur les mouvements de l'Iris (Arch. de physiolog. du Dr. Brown-Sequard, 1874, T. I, pag. 117).

[2]) a) Expérience démonstrant que les fibres nerveuses, dont l'excitation provoque la dilatation de la pupille ne proviennent pas toutes du cordon cervical du Grand-sympathique. (Comptes rendues 1878, T. LXXXVI, p. 1436); b) Sur les phénoménes orbito-oculaires produits chez les mammifērs par l'excitation du bout centrale du nerf sciatique etc. Ibid. T. LXXXVI, p. 231.

oberste Hals- und das oberste Brustganglion (etwa 10—15 Tage vor dem Experimente) und die darauf vorgenommene elektrische Reizung der Rumpfhaut resp. des oberen Segmentes des N. ischiadicus bewerkstelligte beiderseitige Pupillendilatation. Doch war die Erweiterung der Pupille immer geringer und begann etwas später auf der Seite wo die Exstirpation stattgefunden hatte. Ausserdem hat Vulpian bemerkt, dass die Pupillenerweiterung von allen Erscheinungen des sogen. Augenkomplexes begleitet wird. Auf Grund seiner Versuche mit der Durchschneidung des N. trigeminus vermuthet Vulpian, dass die Iris erweiternden Fasern im Nervus trigeminus verlaufen, dass aber diese Bahn nicht die einzige ist.

Hurwitz[1]) hat die Versuche von Vulpian wiederholt und ist dabei zu folgenden Resultaten gelangt. War das Gangl. cerv. supr. mindestens seit 120 Stunden exstirpirt, so bewirkte direkte Reizung der Iris am atropinisirten Auge des curaresirten Thieres niemals eine Spur von Pupillenerweiterung, welche aber jedesmal an dem Auge der nicht operirten Seite eintrat. Der Erfolg war derselbe wenn der innere den Sphincter pupillae enthaltende Iristeil abgetragen wurde. Nur bei Katzen, denen das oberste Halsganglion exstirpirt worden war, trat nach Abtragung des Sphincter Pupillendilatation ein, ohne Abtragung desselben aber nicht. Auch bei ausgeschnittenen Regenbogenhäuten zeigte sich auf direkte Reizung derselben Zusammenziehung des M. dilatator, wenn das sympathische Halsganglion intakt war, dagegen kein Erfolg, wenn dasselbe Ganglion vorher exstirpirt war. Hurwitz erzeugte ferner auch reflektorische Pupillenerweiterung durch Reizung der sensibeln Nerven, wenn der N. sympathicus einige Tage vorher durchschnitten worden war, aber mit dem Unterschiede, dass die genannte Erweiterung auf der operirten Seite allmälich anstieg und sehr langsam zur Norm zurückkehrte. Diese Verschiedenheit in der Form der Pupillenerweiterung beruht nach Hurwitz auf einer Wirkung der Sphincter pupillae, dessen Kraft nach Exstirpation jenes Ganglions eine Einbusse erleidet.

1) Ueber die Reflexdilatation der Pupille. Diss. inaug. Erlangen, 1873. Citirt nach Nagel's Jahresbericht für Ophthalmologie, 1878, pag. 133.

Schiff und Foa[1]) haben an curaresirten Hunden und Katzen gezeigt, dass jede sensible Reizung, wenn sie auch keinen Schmerz, sondern nur schwache Berührung hervorruft, immer Pupillendilatation herbeiführt. Diese Dilatation der Pupille zeigt sich nach den obengenannten Autoren selbst bei solchen Reizen, welche nicht einmal den Blutdruck alteriren[2]). Dieser Umstand veranlasste sie die Pupille als einen Aesthesiometer zu betrachten, welcher einen besseren Massstab der Empfindlichkeit darstellt als die cardiovasomotorischen Reflexe. Schiff und Foa erhielten Erweiterung der Pupille auf Reizung beliebiger Organe, selbst der Muskeln und Sehnen. Dazu gehört nur als Bedingung, dass die Leitungsbahnen für die betreffenden Reize intakt sind. Durchschneidet man dagegen den Halssympathicus oder die Medulla oblong. oder trennt man letztere von der Varolsbrücke, so vermag keine sensitive Reizung Pupillendilatation hervorzurufen. Nach Durchschneidung der Hinterstränge des Rückenmarkes erhielten Schiff und Foa Pupillenerweiterung auf Reizung des N. ischiadicus. In Folge dessen sind sie geneigt zu glauben, dass auch die graue Substanz des Rückenmarkes die Fähigkeit der Leitung sensibler Reize besitzt. Ferner ergaben die weiteren Untersuchungen dieser Forscher, dass durch Reizung der Hinterstränge des Rückenmarkes Pupillendilatation entsteht, dahingegen aber Reizung der vorderen und seitlichen Theile der grauen Substanz oder der Vorder- und Seitenstränge keine Spur von Veränderung von Seiten der Pupille hervorruft.

Seit den interessanten Untersuchungen von François Franck hat die Frage von den Pupillendilatatoren weitere Fortschritte gemacht. Drei Arbeiten schrieb er über diese Frage. In der ersten[3]) stellt er die Behauptung auf, dass ein Theil der Pupillendilatatoren in aufsteigender Richtung mit dem N. vertebralis

---

1) La pupille considérée comme esthésiométre. Trad. de l'italien par le Dr. R. Guichard de Choisity, 1875.

2) „La dilatation de la pupille se montre déjà apres une irritation momentanée, qui n'altére pas la pression du sang“ (pag. 9).

3) Sur le dédoublement du sympathique cervical et sur la dissociation des filets vasculaires et des filets iridodilatateurs au dessus du ganglion cervical. supérieur. Compt. rendus 1878, T. 87, pag. 175.

(N. sympathici) verläuft, denn er findet, dass Reizung des oberen Segmentes des N. vertebralis, wenn er oberhalb des Gang. thoracicum suprem. durchschnitten worden ist, eine mittlere Erweiterung der Pupille zur Folge hat, d. h. einen geringeren Effekt als Reizung des Halssympathikus. Diese Beobachtung liess sich später nicht bestätigen, da im Versuche von Fr. Franck die erfolgte Pupillenerweiterung durch Reizung der sensibeln Fasern des N. vertebralis bedingt war (siehe unten). Er bestätigt ferner in der erwähnten Arbeit die Untersuchungen von Cl. Bernard, dass nämlich die Ursprünge der vasomotorischen Nerven gewisser Kopftheile und die Ursprünge der Pupillendilatatoren verschieden sind; indem sie sich oberhalb des Gang. cervic. superius von einander trennen, verlaufen die ersteren als Rami carotides durch den Canalis caroticus, während die letzteren, sich vom Plexus caroticus in einen besonderen Ast sammelnd, durch einen knöchernen Kanal in den Schädel gelangen und vom Ganglion Gasseri aufgenommen werden. Bald diese, bald jene Nerven reizend, erhielt Fr. Franck entweder vasomotorische Effekte ohne Veränderung des Pupillardurchmessers, oder umgekehrt — Pupillendilatation ohne Veränderung des Gefässlumens. Durchschnitt er den zum Gang. Gasseri gesondert verlaufenden Ast, so war auf Reizung des Sympathikusstammes am Halse keine Pupillenerweiterung zu konstatiren. In seiner zweiten Arbeit[1]) fand Fr. Franck, dass die durch Reizung des centralen Halssympathikus hervorgebrachte Erweiterung der Pupille vor der Verengerung der Gefässe beginnt und das Maximum ihrer Erweiterung viel früher erreicht, als die Gefässe das Maximum ihrer Verengerung, dass mithin Pupillenerweiterung nicht die Folge von Gefässverengerung ist. Bei den diesbezüglichen Experimenten mass er die vasomotorischen Effekte nach Veränderung des Blutdruckes am Kopfende der A. carotis und registrirte die Veränderungen im Pupillardurchmesser mit Hilfe der graphischen Methode. Bei Reizung der einzelnen Ciliarnerven bei Hunden fand Fr. Franck, dass sie fast alle Pupillenverengerer

[1]) Note sur le défaut de subordination des mouvements de la pupille aux modifications vasculaires; sur la distinction des nerfs ciliaires en constricteurs et dilatateurs de l'iris et sur les rapidités differentes du resserement et de la dilatation. Gazette des Hôpitaux 1878, pag. 748.

sind, mit Ausnahme von 2 oder 3 Aesten, deren Reizung Dilatation der Pupille ergiebt. Ausserdem fand er, dass die Pupillenerweiterung auf Reizung eines langen Ciliarnerven stets eine vollständige ist und viel langsamer vor sich geht, als die Verengerung bei Reizung des N. oculomotorius oder eines der kurzen Ciliarnerven. In seiner dritten Arbeit[1]) ist Fr. Franck bemüht zu beweisen, dass weder Budge, noch Bernard und Salkowski eine richtige Bestimmung der unteren Grenze des „Centrum ciliospinale“ gegeben haben. Aus den von Fr. Franck an Katzen vorgenommenen Versuchen (es ist hierbei zu bemerken, dass Budge und Salkowski diese Grenze an Kaninchen und Cl. Bernard an Hunden festgestellt hatten) ergiebt sich, dass die Pupillendilatatoren das Rückenmark durch die Rami communicantes der 4 letzten Hals- und der oberen 5, 6 und sogar 7 Brustnerven verlassen. Alle diese Dilatatoren sammeln sich im ersten Brustganglion, von da gehen sie durch den vorderen Ast der Ansa Wieussenii in das Gang. cervic. infer. und durch den Halssympathikus in das Gang. cervic. super. Auf dem Wege vom Gang. cervic. super. nach oben gesellen sich zu den Dilatatoren keine neue Pupillarfasern hinzu. Diese Ergebnisse stützt Fr. Franck auf folgende Experimente. Er durchschnitt den vorderen Ast der Ansa Wieussenii und erhielt Verengerung der Pupille auf der entsprechenden Seite; Reizung des oberen Segmentes dieses Astes ergab Erweiterung derselben Pupille und endlich Reizung des hinteren Astes — Erweiterung (reflektorisch) beider Pupillen. Durchschnitt er die Verbindungsäste zwischen dem ersten Halsganglion und dem Rückenmarke, so sah er keine Verengerung der Pupille. Die durch Durchschneiden des N. sympathicus erzeugte Pupillenverengerung steigerte sich noch mehr nach Exstirpation des Brust- oder Halsganglion, worauf Fr. Franck entnimmt, dass diesen Ganglien ein tonisirender Einfluss auf die Pupille zukommt[2]). Was nun die Schädelhirnbahn für die Dilatatoren betrifft, so hält

[1]) Recherches sur les nerfs dilatateurs de la pupille. Travaux du laboratoire M. Marey. IV. Année 1878/79. Paris 1880, pag. 1.

[2]) „Les expériences précédentes paraissent établir l'action tonique du ganglion Ier thoracique et du ganglion cervical supérieur sur les appareils irido-dilatateurs“ (p. 33).

Fr. Franck für dieselbe den N. trigeminus, aus dem Grunde, weil nach Durchschneidung dieses Nerven hinter dem Gang. Gasseri Pupillenverengerung beobachtet wird.

Guillebeau und Luchsinger[1]) widerlegen die von Fr. Franck in seiner ersten Arbeit dargelegte Ansicht betreffs der Existenz von pupillendilatirenden Nervenfasern im N. vertebralis. Als Versuchsthiere benutzten sie Katzen, Hunde, die Ziege und das Schwein, die sie durch grosse Dosen Chloral völlig reflexlos machten und darauf den N. vertebralis reizten. Sie bekamen auf diese Reizung absolut keine Pupillendilatation und gewannen demnach die Ueberzeugung, dass die auf Reizung des N. vertebralis folgende Pupillenerweiterung eine reflektorische sein muss, ausgehend von den absteigenden sensiblen Fasern. Uebrigens spricht auch Fr. Franck selbst in seiner ausführlicheren gleichzeitig mit den Untersuchungen von Guillebeau und Luchsinger erschienenen Arbeit nur von den absteigenden Fasern des N. vertebralis und nicht mehr von den aufsteigenden. In seiner folgenden Arbeit geht Luchsinger[2]) von der allgemeinen Thatsache aus, dass das Rückenmark das nächste Centrum, den nächsten physiologischen Erregungsherd für alle aus demselben entspringenden Nerven[3]) darstellt und vertheidigt die durch Schiff und Salkowski in's Schwanken gerathene Lehre von der Autonomie des unteren Budge'schen Centrums. Luchsinger sagt, dass wenn die letztgenannten Forscher nach Trennung des Rückenmarkes keine reflektorische Pupillenerweiterung auf Reizung sensibler Nerven erhielten, sie nicht darauf geachtet hätten, dass die Trennung an und für sich Shok des Rückenmarkes hervorrufe und somit zum Verluste seiner Reizbarkeit beitrage[4]). Erhöhen wir aber diese

---

1) Existiren im Nervus vertebralis wirklich pupillendilatirende Fasern? Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie, 1880, Bd. 22, pag. 156.

2) Weitere Versuche und Beobachtungen zur Lehre von den Rückenmarkscentren: 1. Zur physiologischen Existenz des Centrum cilio-spinale inferius von Budge. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie, 1880, Bd. 22, pag. 158.

3) „Das Rückenmark ist das nächste Centrum, der nächste physiol. Erregungsherd für alle aus demselben entspringenden Nerven" (pag. 158).

4) „Jetzt haben wir aber nicht nur mit blosser Trennung, vielmehr noch mit einem ohnmachtähnlichen Zustand des abgetrennten Stückes Centralmark zu rechnen" (pag. 161).

Reizbarkeit auf künstlichem Wege, etwa durch Pikrotoxin oder Strychnin, so ergiebt sich auch reflektorische Pupillenerweiterung nach Durchschneidung des Rückenmarkes. Am brauchbarsten sind für derartige Experimente Ziegen und Katzen. Bei mehrfachen Versuchen an diesen Thieren erhielt Luchsinger nach Trennung des Rückenmarkes reflektorische Pupillenerweiterung vom N. medianus aus, wenn er vorher die Reizung des Rückenmarkes durch die erwähnten Gifte erhöht hatte. Bei Kaninchen ist ihm ohne Weiteres nur einmal der Versuch geglückt. Ein gleichsinniges Resultat erzielte er durch dyspnoische Reizung des isolirten Stückes Rückenmark. War nämlich bei Ziegen oder Katzen das Rückenmark durchschnitten und auf der einen Seite der Halssympathikus getrennt, so trat nach kurzdauernder Athemsuspension Erweiterung beider Pupillen ein, aber auf der Seite mit erhaltenem Halsstrang war solche stets erheblich stärker. Luchsinger erblickt darin den Beweis dafür, dass aus dem Rückenmark selbständige Impulse zur Iris gehen. Dass auf der Seite mit erhaltenem Halsstrang eine grössere Dilatation erfolgt, erklärt Luchsinger dadurch, dass in diesem Falle zur Wirkung der Schädelhirndilatatoren noch dyspnoische Reizung des Dilatationscentrums im Rückenmarke hinzukomme.

Tuwim[1]) wiederholte im Grünhagen'schen Laboratorium die unter Grünhagen's Leitung von Salkowski ausgeführten Versuche und fand, dass man trotz Luchsinger's Behauptung nach Durchschneidung des Rückenmarkes von den sensiblen Nerven aus keine reflektorische Pupillendilatation hervorrufen kann, selbst wenn man bei Durchschneidung des Rückenmarkes alle Vorsichtsmassregeln anwendet, um Shok des Rückenmarkes zu verhüten. Die positiven Resultate von Luchsinger führt Tuwim auf unvollständige Trennung des Rückenmarkes zurück. Ferner machte er interessante Angaben über den Einfluss des obersten sympathischen Halsganglions auf die Pupille. Bei seinen Versuchen an Fröschen fand er, dass, wenn man auf der einen Seite den N. sympathicus vor seinem Eintritt in das Gang. cervic. supr. durch-

---

1) Ueber die physiologische Beziehung des Gang. cerv. supremum zu der Iris und den Kopfarterien. Pflügers Arch., Bd. 24, 1881.

schneidet, auf der andern Seite das Ganglion selbst exstirpirt, so ist die Pupille auf der Seite, auf welcher das Ganglion ausgerissen worden war, enger als auf der entgegengesetzten. Diese Thatsache führt er als Beleg für das Bestehen einer gewissen funktionellen Selbständigkeit dieses Ganglions an. Tuwim stellte noch eine Reihe weiterer Versuche an Kaninchen und Katzen an. Bei einigen Thieren exstirpirte er auf einer Seite das Gang. cervic. supr., bei anderen durchschnitt er einseitig den N. sympathicus und den Verbindungsast zwischen dem Gang. cervic. super. und dem Rückenmarke, bei anderen endlich exstirpirte er einerseits das Gang. cervic. super., andererseits durchschnitt er den N. sympathicus und den erwähnten Verbindungsast. Fünf Tage darauf — die Zeit, während welcher die von ihren Centren abgetrennten Nerven degeneriren — wurde den so operirten Thieren in eine Vene Curare injicirt, die Augen beiderseits atropinisirt und die Messung des Pupillendurchmessers vor und nach der Atropinisation vorgenommen. Nun zeigte sich bei diesem Versuchsverfahren, dass unter Einwirkung des Atropins bei der ersten Gruppe von Thieren die Pupille auf der Seite, auf welcher das Ganglion ausgerottet worden war, regelmässig weiter war, als die auf der nicht operirten Seite. Bei der zweiten Gruppe war die Pupille der Seite, auf welcher die Irisnerven noch mit dem von seinen centralen Nervenverbindungen isolirten Ganglion in Verbindung geblieben waren, enger als die der nicht operirten Seite. Bei der dritten Thierreihe endlich fand sich die Pupille der Seite, auf welcher das Ganglion exstirpirt worden war, weiter als die der anderen Seite, auf welcher das Ganglion aus seinen Verbindungen mit dem Centralnervensystem gelöst worden war. Diese Differenzen der Pupillenweiten blieben bei den Thieren der ersten und dritten Reihe auch nach dem Curarisiren bestehen, während sie sich bei der zweiten Thierreihe derart veränderten, dass die Pupille auf der operirten Seite weiter wurde, als die der anderen Seite. Alle diese Versuche sprechen mit Evidenz für den selbständigen Einfluss des obersten Ganglions auf die Pupillendilatation. Zu derselben Ueberzeugung ist Tuwim durch elektrische Reizung des Gang. cerv. supr. gelangt. Reizte er nämlich mit Induktionsströmen das Gang. cerv. supr. fünf Tage nach dessen Abtrennung vom Centralnervensystem, so liess sich

das Stattfinden einer deutlichen Erweiterung der entsprechenden Pupille konstatiren. Das gleiche Resultat erhielt er durch Reizung der Iris mittels Aufsetzen der Elektroden auf entgegengesetze Cornealränder. Die Erweiterung wird durch eine Pupillenverengerung ersetzt, wenn das Gang. cerv. supr. vorher gänzlich exstirpirt worden ist. Sich auf diese Ergebnisse stützend, spricht Tuwim dem Gang. cerv. supr. einen tonisirenden Einfluss auf den M. dilatator pupillae zu. Ferner hält er entgegengesetzt der Budge'schen Ansicht für unwahrscheinlich, dass der das Gang. cerv. supr. mit dem N. hypoglossus verbindende Ast sowohl bei Fröschen als bei Säugethieren Pupillendilatatoren enthält.

Durch die Tuwim'schen Ergebnisse veranlasst, wiederholten Guillebeau und Luchsinger[1]) die Versuche des letzeren an jungen Katzen, die sie unter normalen Verhältnissen, ohne künstliche Erhöhung der Rückenmarksfunktionen, untersuchten. Die Ergebnisse dieser Versuche bestätigten die frühere Behauptung von Luchsinger, dass nämlich die Trennung des Rückenmarkes das Stattfinden einer reflektorischen Pupillendilatation auf der Seite, auf welcher der N. sympathicus unverletzt blieb, nicht hindert.

Durch die Untersuchungen von Ott[2]) wurde die Bestätigung für die Resultate von Guillebeau und Luchsinger erbracht. Obgleich er in seiner ersten Schrift[3]) hervorhebt, dass er reflektorische Pupillenerweiterung erhielt, selbst wenn die Seitenstränge allein intakt waren, und dass dieselbe völlig ausblieb, wenn das Rückenmark völlig durchtrennt wurde, tritt er dennoch in seiner folgenden Arbeit[4]) für die Anschauung Luchsingers über die Existenz eines selbständigen Centrums ein und behauptet bei Katzen auch nach Trennung des Rückenmarkes reflektorische

---

1) Foitgesetzte Studien am Rückenmarke. III. Zur Existenz des Centrum cilio-spinale inf. von Budge. Pflüger's Arch. 1882, XXVIII. Bd., pag. 72.

2) Cilio-spinal. centres. Journ. of nervous and mental diseases. VIII, 1882. Citirt nach d. Jahresbericht von Hoffmann und Schwalbe, Bd. XI, 1882, pag. 34.

3) The dilatation of the pupil. as an index of the path of the sensory impulses in the spinal cord. The Journal of Physiology edited by M. Foster 1879/80, Vol. II, pag. 443.

4) Hoffmann's und Schwalbe's Jahresbericht, 1881, pag. 379.

Pupillendilatation beobachtet zu haben. Zur Stütze seiner Meinung führt er noch an, dass nach Trennung des Rückenmarkes die Pupillen auf beiden Seiten ungleich seien, vorausgesetzt, dass der Halssympathikus auf einer Seite durchschnitten sei. Ausserdem lässt er im Stamme des N. trigeminus pupillendilatirende Fasern verlaufen und den Tonus des Dilatators zum Theile vom Einflusse der sympathischen Ganglien abhängig sein.

Die Frage von der reflektorischen Pupillenerweiterung in Folge Reizung der sensiblen Nerven machte einen neuen Fortschritt seit dem Erscheinen der Arbeit von Bechterew[1]). Aus Beobachtungen an Menschen und Thieren überzeugte er sich, dass die in Folge schmerzhafter Reize entstehende Pupillenerweiterung im Allgemeinen unbedeutend ist; nur bei heller Beleuchtung, wenn die Pupille unter Einwirkung derselben stark verengt ist, trete die Reaktion auf Schmerz in vollem Maasse hervor. Demnach behauptet er, dass ein schmerzhafter Reiz keine stärkere Pupillenerweiterung hervorbringt, als die, welche dem Auge eigen ist, wenn kein Lichtreiz auf dasselbe einwirkt. In der That, nach vorgängiger Durchschneidung des N. opticus gelang es ihm durch schmerzhaften Reiz nur dann eine weitere Dilatation der Pupille hervorzubringen, wenn das gesunde Auge offen war. Wenn jedoch letzteres verdeckt war, so blieb die reflektorische Erweiterung der Pupille aus. Da die Pupille desjenigen Auges, in welchem der N. opticus durchschnitten ist, ihre Reaktion nur auf direkt in dasselbe gelangende Licht einbüsst, sich aber unter Einwirkung der in das gesunde Auge gelangenden Lichtstrahlen verengert, so spricht hier Alles dafür, dass dem Schmerz nur ein hemmender Einfluss auf den Lichtreflex zukommt. Dadurch findet eben die Thatsache ihre Erklärung, dass reflektorische Pupillendilatation in dem Auge mit durchschnittenem Sehnerven nur dann stattfindet, wenn das andere Auge geöffnet ist. Auf Grund dieser Erwägungen hat Bechterew zuerst den Gedanken ausgesprochen, dass schmerzhafte Reize nicht aktiv durch Sympathikusfasern Pupillenerweiterung hervorrufen, sondern durch Hemmung des Tonus des Sphincter pupillae. Dies

1) Ueber den Verlauf der die Pupille verengernden Nervenfasern im Gehirn und über die Lokalisation eines Centrums für die Iris und Kontraktion der Augenmuskeln. Pflüger's Arch., Bd. XXXI, 1883, pag. 60.

durch direkte physiologische Versuche zu entscheiden, ist nach Bechterew sehr schwierig, da starker Schmerz ausser der Pupillenerweiterung noch allgemeine Erhöhung des Blutdruckes hervorruft, welche nicht ohne Einfluss auf die Cirkulation in der Iris sein kann. Obschon Vulpian reflektorische Pupillenerweiterung auch nach Exstirpation des obersten sympathischen Halsganglions auftreten sah, so kann diese Beobachtung noch nicht zur Entscheidung der bezeichneten Frage dienen. Ueberzeugend wären hier, nach Bechterew, nur Experimente mit Durchschneidung sämmtlicher dilatirenden Nervenfasern, die Schädelhirndilatatoren eingeschlossen. Solche Experimente führt leider Bechterew nicht an, stützt aber seine Ansicht durch folgendes Experiment: wenn man am Hunde unmittelbar hinter den Vierhügeln oder in der Höhe ihres hinteren Theiles einen tiefen Einschnitt macht, so reagiren die Pupillen nicht mehr auf schmerzhafte Reize, dagegen bleibt die Reaktion auf Licht normal erhalten. Ferner führt er für seine Hypothese Thatsachen aus der Neuropathologie an. In einigen Formen von Erkrankungen des Centralnervensystems, hauptsächlich in der Tabes dorsalis und progressiven Paralyse der Irren wird eine interessante Erscheinung von Seiten der Pupille beobachtet, welche von Robertson zuerst beschrieben und mit dem Namen: „reflektorische Pupillenstarre“ belegt worden ist. Sie besteht darin, dass die Pupillen auf Licht- und Schmerzreize nicht mehr reagiren, aber ihre Kontraktionsfähigkeit bei der Accommodation und Bewegungen des Augapfels erhalten. Ausserdem wird beobachtet, dass bei gewissen Erkrankungen des Nervensystems Verengerung beider Pupillen mit Erhaltung der Reaktion auf Licht- und Schmerzreize Hand in Hand geht, während bei anderen Erkrankungen umgekehrt die normale Pupillenweite erhalten bleibt, aber die Reaktion auf Licht- und Schmerzreize verloren geht. In allen diesen Fällen ist die Reaktion auf Licht stets eine Begleiterscheinung der Reaktion auf Schmerz und umgekehrt: bleibt die Pupille auf Schmerz unbeweglich, so fehlt auch stets die Reaktion auf Licht. Nur bei Zulassung einer hemmenden Beeinflussung des Lichtreflexes durch Schmerzreize wird nach Bechterew's Meinung das innige Verhältniss zwischen der Reaktion auf Licht und der reflektorischen Pupillenerweiterung erklärlich.

Die Hemmungstheorie des Oculomotoriuscentrums fand in den Arbeiten von S. Mayer und Pribam[1]) ihre Bestätigung. Ihre Resultate ermittelten sie an Kaninchen, denen sie nach der Methode von Kussmaul[2]) durch Kompression der vier zum Kopfe aufsteigenden Arterien zeitweilig alle physiologischen Funktionen des Kopfhirns unterdrückten. Die dabei zu Tage tretenden Erscheinungen seitens der Pupillen bestanden darin, dass zuerst, gleich nach Aufhebung des arteriellen Zuflusses zum Gehirn, Verengerung der Pupillen eingetreten war, die bald in Erweiterung überging; dagegen bei Wiederherstellung des arteriellen Zuflusses erfolgte Erweiterung der Pupillen, welche sich zur Norm reduzirte, sobald die normalen Bedingungen der Cirkulation hergestellt waren. Dass hierbei die Schwankungen der Pupillenweite nicht von den Veränderungen in der Blutfüllung der Irisgefässe abhängig gemacht werden können, bewiesen die genannten Forscher folgendermassen. Wenn man bei einem Thiere, dem die Gehirnfunktionen künstlich unterdrückt worden sind, das Irisgewebe aber seine vitale Eigenschaften nicht eingebüsst hat, abwechselnd die Kopfarterien komprimirt und erweitert, oder wenn man bei unbehinderter Cirkulation dasselbe am absteigenden Theil der Aorta thut, so bemerkt man keine Spur von Veränderung des Pupillardurchmessers. Daher glauben S. Mayer und Pribram annehmen zu dürfen, dass die Veränderung der Pupillenweite, welche nach Aufhebung des Blutzuflusses zu den Kopfarterien stattfindet, durch die im Beginn eintretende Erregung des Oculomotoriuscentrums entsteht, welche darauf in Paralyse desselben übergeht und somit Erschlaffung des Tonus des Sphincter pupillae herbeiführt. Als Beleg dafür führen sie analoge Erscheinungen in anderen Centralapparaten an, wo durch eine künstlich hervorgerufene Anämie auf ein kurz dauerndes Reizstadium bald Paralyse folgt. Die Analogie zwischen dem Pupillenzustand während der Kompression der zum Gehirn verlaufenden Arterien und den Erscheinungen von Seiten der Pupillen, wie sie bei der Asphyxie beobachtet werden, veranlasste

---

1) Studien über die Pupille. Zeitschrift für Heilkunde 1884, Bd. V, p. 15.

2) Untersuchungen über den Einfluss, welchen Blutströmung auf die Bewegungen der Iris und anderen Theile des Kopfes ausübt. Verhandl. d. Physik.-mediz. Gesellsch. in Würzburg, Bd. VI, 1856.

diese beiden Forscher zu glauben, dass auch die Pupillenerweiterung während der Asphyxie auf Erschlaffung des Sphincter pupillae in Folge Paralyse des Oculomotoriuscentrums beruhe. Dieselbe Ansicht könne nach S. Mayer und Pribram auch bei der Feststellung der Ursache der Reflexdilatation der Pupille Platz greifen [1]). Weiter leugnen diese Forscher die Existenz eines Schädelhirncentrums und der Schädelhirndilatatoren und schliessen sich der Ansicht von Luchsinger an betreffs der Autonomie des Centrum cilio-spinale inferius von Budge. Diese Ansicht wollen sie durch folgenden Versuch begründet wissen. Wenn man bei einem Thiere, dem man vorher auf einer Seite das oberste Halsganglion exstirpirt hat, die vier Kopfarterien comprimirt und so jegliche vom Gehirn inclus. Medulla oblongata ausgehende Innervation der Iris ausschliesst, so sieht man nichtsdestoweniger, dass die Pupille auf der Seite, auf welcher die Verbindung des N. sympathicus mit dem Rückenmark unverletzt blieb, weiter ist, als auf der operirten Seite. Da in diesem Falle alle Impulse von Seiten des Schädelhirns beseitigt worden sind, so muss nach Mayer und Pribram das Centrum, aus welchem die Pupillarimpulse durch den Sympathikus übermittelt werden, unbedingt im Rückenmark seinen Sitz haben.

Sheglinski [2]) fand, dass die Pupillendilatatoren der Vögel mit dem Ramus ophthalmicus n. trigemini zum Auge verlaufen. Ferner behauptet er, entgegengesetzt den Angaben von Budge und Vulpian, auf Reizung des N. sympathicus bei Vögeln keine Pupillenerweiterung beobachtet zu haben. Da die Vögel zweifelsohne einen M. dilatator pupillae besitzen, welcher übrigens leicht zu demonstriren ist, und da er ferner im ersten Aste des N. tri-

[1]) „Es scheint uns, dass auch bei der sog. Reflexdilatation der Pupille, welche auch nach der Exstirpation des Halssympathikus noch zur Beobachtung kommen kann, dieselben Erwägungen Platz greifen können, die wir hier für die Erweiterung der Pupille durch Hirnanämie oder Erstickung angestellt haben. Die Auffassung der Reflexdilatation der Pupille als einer Erscheinung der reflektorischen Heruntersetzung der Thätigkeit des Oculomotoriuscentrums erscheint uns plausibler zu sein, als die Zurückführung des erörterten Phänomens auf eine Reflexerregung dilatirender (cerebraler oder spinaler) Erweiterungscentren" (pag. 24).

[2]) Die Pupillenbewegung. Inaug.-Dissert. Kasan. 1885. (Russisch.)

geminus Pupillendilatatoren voraussetzt, so ist die Pupillarbewegung nach Sheglinski auf die Existenz zweier antagonistisch wirkenden Muskeln — M. sphincter und M. dilatator pupillae — zurückzuführen.

Die Befunde von Sheglinski werden von Grünhagen[1]) in Abrede gestellt. Die Versuche, welche letzterer 1866 angestellt hat, ergaben stets positive Resultate: auf Reizung des N. sympathicus bei Vögeln erhielt Grünhagen Pupillenerweiterung. Die negativen Befunde von Sheglinski erklärt er durch ungenügende Berücksichtigung aller von ihm empfohlenen Vorsichtsmassregeln und Manipulationen.

Eine Reihe neuer Thatsachen lieferte die Untersuchung über die Pupillarinnervation von Kowalewski[2]). Nachdem er an Katzen eine Menge sorgfältiger Versuche ausgeführt hatte, konnte er den Beweis erbringen, dass eine halbseitige Trennung des Rückenmarkes oberhalb des Centrum cilio-spinale inferius nicht dieselben Resultate ergiebt, wie die Durchschneidung des N. sympathicus. Dadurch gerieth die Lehre in's Schwanken, nach welcher nur ein Schädelhirncentrum existirt und das Centrum cilio-spinale inferius bloss eine Durchgangsstelle für die Pupillendilatatoren vom Rückenmarke zum Halssympathikus bildet. Da er andererseits nach völliger Durchtrennung des Rückenmarkes oberhalb des Budge'schen Centrums keine reflektorische Pupillenerweiterung erhielt, so schliesst er, Budge, Luchsinger, Mayer und Pribram gegenüber, dass das Budge'sche Centrum keine Autonomie in Bezug auf die Pupillarreflexe besitzt, dass die Erregung desselben vom Schädelhirn ausgeht und durch intercentrale Fasern übertragen wird. Ferner beseitigte er durch Exstirpation des obersten Halsganglions und völlige Trennung des Rückenmarkes jegliche Kommunikation zwischen dem unteren Budge'schen Centrum und dem Auge und als er darauf das Schädelhirncentrum reizte, konnte er sich von der Autonomie desselben sowohl in Bezug auf direkte Reizung (Verminderung des arteriellen Zuflusses, Dispnoë),

[1]) Ueber den Einfluss des Sympathikus auf die Vogelpupille. Pflüger's Archiv, Bd. XL, p. 65.

[2]) Untersuchungen über die Innervation der Pupillenerweiterung. Wissenschaftliche Annalen der Universität zu Kasan. 1885. (Russisch.)

als in Bezug auf reflektorische, von den sensiblen Nerven ausgehend, überzeugen. Aus diesem selbständigen Centrum wird nach Kowalewski die Erregung auf zwei Wegen: durch eine Schädelhirn- und durch eine Rückenmarksbahn fortgeleitet. Letztere fällt mit den Seitensträngen zusammen, von welchen jeder Fasern für beide Seiten enthält. Aus den Seitensträngen gehen die dilatirenden Fasern in den Halssympathikus über. Kowalewski lässt übrigens für einen Theil der Dilatatoren auch eine andere Bahn existiren (durch den N. vertebralis).

Jegorow[1]) überzeugte sich durch Versuche an Katzen und Hunden, dass die Pupillendilatatoren das Ganglion Gasseri durch den ersten Trigeminusast verlassen und am Ganglion ciliare vorüberziehend, in den Augapfel zusammen mit den langen Ciliarnerven gelangen. Auf Reizung von peripheren Segmenten einzelner Aestchen der langen Ciliarnerven erhielt er partielle Erweiterung der Pupille. Er fand ferner, dass nach Durchschneidung der Nn. ciliares longi auf Reizung des centralen Endes des N. vagosympathicus Kontraktion der Ohr- und Augengefässe ohne Pupillenerweiterung erfolgt (es wurde ophthalmoskopisch nach der Veränderung der Gefässe der Pupilla nervi optici bestimmt), während Reizung des peripheren Segments eines der langen Ciliarnerven Pupillenerweiterung ohne Veränderung des Lumens der Irisgefässe hervorbringt. In dieser Unabhängigkeit der Pupillenerweiterung von der Veränderung des Lumens der Augengefässe erblickt Jegorow einen indirekten Beleg für die Existenz eines M. dilatator pupillae.

In seiner zweiten Arbeit[2]) beweist Jegorow, dass der N. sympathicus bei Vögeln, entgegengesetzt den Grünhagen'schen Befunden, an der Innervation der Iris nicht betheiligt ist, wohl aber vasomotorische Fasern für die Conjunktiva und den Augapfel enthält.

Bellarminow[3]) hat die Photographie in seine Untersuchungsmethode der Pupillarbewegung zuerst eingeführt. Mit Hilfe eines

[1]) Ueber den Einfluss der langen Ciliarnerven auf die Pupillenerweiterung. Kasan. Inaug.-Dissert. 1885. (Russisch.)

[2]) Ueber den Einfluss des Sympathikus auf die Vogelpupille. Pflüger's Archiv, Bd. XLI, pag. 326.

[3]) Versuch der Anwendung der graphischen Methode zur Untersuchung der Pupillenbewegung und des intraoculären Druckes (mittels der Photographie.) Dissert. S. Petersburg. 1886. (Russisch.)

von ihm konstruirten Apparates zur graphischen Darstellung der Pupillarbewegung und des intraokularen Druckes führte er eine Reihe interessanter und in Bezug auf die Methode neuer Versuche aus, welche dahin ausliefen, den Charakter der Pupillarbewegung quantitativ und qualitativ bestimmen zu können. So hat denn die Pupillendilatation ihre typischen Eigenthümlichkeiten, je nach den Bedingungen, unter welchen sie stattfindet. Er unterscheidet: 1. den Typus der direkten (sympathischen) Dilatation, 2. den Typus der reflektorischen Dilatation. Letzterer Typus gestaltet sich verschieden, je nachdem, ob der N. sympathicus durchschnitten ist oder nicht (siehe unten d. 2. Theil Kap. III). Ferner registrirte er in einer Reihe von Versuchen gleichzeitig die Pupillendilatation und den Blutdruck am peripheren Ende der A. carotis und fand, dass Pupillendilatation und Blutdruckerhöhung keine zeitliche Uebereinstimmung aufweisen. Nur die reflektorische Pupillenerweiterung bei durchschnittenem N. sympathicus erfolgt nach Bellarminow gleichzeitig mit der Erhöhung des Blutdruckes. Im zweiten Theile seiner Arbeit beschäftigt sich Bellarminow mit der Frage, ob zwischen der Pupillenerweiterung und den Veränderungen des intraokularen Druckes gewisse Beziehungen vorhanden sind. Er registrirte daher die Pupillenbewegung und den intraokularen Druck und fand folgendes. 1. Die Veränderungen des intraokularen Druckes können nicht als primäre Ursache der Pupillarbewegung aufgefasst werden und umgekehrt, da in der Zeit des Eintrittes beider Erscheinungen keine Uebereinstimmung vorhanden ist. 2. Im Stamme des N. sympathicus verlaufen sowohl vasospastische, als vasoparalytische Fasern. 3. Im Gang. Gasseri laufen für das Auge sowohl verengernde als dilatirende Vasomotoren ein. Alle diese Ergebnisse können nach Bellarminow als Beweis dafür gelten, dass die Pupillarbewegung durch selbständige Kontraktionen der Irismuskeln und nicht durch Schwankungen in der Füllung ihrer Gefässe bedingt ist.

Im Jahre 1886 erschien die Arbeit von Katharina Schipilow[1]) über den Einfluss der Nerven auf die Erweiterung der

[1]) Ueber den Einfluss der Nerven auf die Erweiterung der Pupille bei Fröschen. Akademische Preisschrift. Pflügers Archiv 1886, Bd. XXXVIII, pag. 219.

Pupille bei Fröschen. Schiff, unter dessen Leitung diese Arbeit ausgeführt worden ist, bemüht sich in seiner Mittheilung über dieselbe, die Befunde von Schipilow mit der von ihm früher dargelegten Ansicht in Einklang zu bringen. Schiff erkennt den Antagonismus zwischen den die Pupille verengernden und den dieselben erweiternden Nerven an, glaubt jedoch, dass nicht jede Pupillendilatation unter physiologischen Bedingungen vom Einflusse des N. sympathicus abhängig ist. Nach Schiff existiren nämlich mehrere Arten von Pupillendilatation, welche nur bei Integrität des N. sympathicus erfolgen kann. Das sind Erweiterung der Pupille durch Gifteinwirkung, durch Gaswirkung und durch schmerzhafte Reize. Die normale physiologische Erweiterung aber ist nicht vom N. sympathicus, sondern von der Erschlaffung des Tonus des N. oculomotorius abhängig. Indem Schiff einen konstanten Tonus für die Pupillendilatation annimmt, sucht er sowohl die Bahnen desselben als den Ausgangspunkt für den Innervationstonus der Dilatatoren zu ermitteln. Den Untersuchungen von Schipilow zufolge, welche nach Durchschneidung verschiedener Spinal- und Cerebralnerven eine Messung der Froschpupille vorgenommen hat, gehen die Pupillendilatatoren beim Frosche durch die vorderen Wurzeln der Spinalnerven. Beachtenswerth ist, dass im ersten Spinalnerven (N. hypoglossus) fast konstant dilatirende Fasern angetroffen werden (unter den zahlreichen Beobachtungen fehlten sie nur drei Mal). Im zweiten Spinalnerven sind sie nur selten vorhanden. Der vierte, fünfte und sechste Nerv sind von sehr geringem Einfluss auf die Pupille; endlich geht den Nerven des Lumbalplexus (7—9) jede Einwirkung auf die Pupille ab. Die Durchschneidung des N. vagus verändert die Pupillenweite beim Frosche auch nicht. Was den N. trigeminus anbelangt, so ist die Durchschneidung dieses Nerven in der Nähe seines Austrittes aus der Medulla oblongata für die Pupille gleichgültig. Wenn aber gleichzeitig mit ihm ein kleines sympathisches Aestchen, das im Schädel zum Trigeminus herankommt, durchschnitten wird, so erfolgt eine schnelle und beträchtliche Kontraktion der Pupille. Die Verengerung wird keineswegs stärker, wenn man gleich darauf die Exstirpation des obersten sympathischen Ganglions vornimmt. Behufs der sympathischen Ganglien bestreitet Schiff gegenüber

Vulpian und Tuwim den tonisirenden Einfluss derselben auf die Pupille, denn die Versuche von Kath. Schipilow an Fröschen ergaben, dass die Pupillen beiderseits gleich blieben, wenn man ihnen einerseits den N. sympathicus durchschnitten, andererseits die Ganglien exstirpirt hatte. Die Versuche von Tuwim, welcher bei zerstörtem Rückenmarke auf Exstirpation der sympathischen Ganglien noch weitere Verengerungen der Pupille erfolgen sah, seien nach Schiff nicht entscheidend, weil die Zerstörung des Rückenmarkes mit der Sonde, wie sie Tuwim vornahm, an und für sich Reizung der sympathischen Wurzeln verursacht, woraus die geringe Dilatation der Pupille wie auch die nach Exstirpation des sympathischen Ganglions eintretende Verengerung zur Genüge verständlich werden. Bei dem Versuchsverfahren von Schipilow, welche vorsichtig das Rückenmark entblösste und es mit der Scheere trennte, war dagegen auf die in der Folge vorgenommene Exstirpation des sympathischen Ganglion keine stärkere Pupillenverengerung zu konstatiren. Was nun den Einfluss der sensiblen Reflexe auf die Pupillendilatation betrifft, so könnte nach Schiff die Froschpupille gleich der Pupille der Säugethiere als Aesthesiometer dienen. An Fröschen sei dies noch leichter zu demonstriren, wenn man schwache Reize applizirt. Als Bedingung für das Zustandekommen der reflektorischen Pupillenerweiterung, wenn letztere von Hautreizen, sensiblen Nerven oder aber von psychischen Affekten aufgelöst wird, betrachtet Schipilow die Unverletzheit des N. sympathicus. Schiff fügt hinzu, dass Schmerzreize bei durchschnittenem N. sympathicus sogar Pupillenverengerung auslösen, wenn auch nicht immer. In Bezug auf den Mechanismus, welcher den beständigen Tonus der Dilatatoren bedingt, sagt Schiff, dass derselbe wahrscheinlich auf dem Wege des Reflexes entsteht, wie überhaupt nach unserer Erfahrung jede normale und physiologische Thätigkeit der Centra eine reflektorische ist. „Suchen wir,“ sagt er ferner, „die Ausgangspunkte dieses Reflexes, so werden wir zunächst auf die sensibeln Nerven hingewiesen, deren verstärkte Thätigkeit, deren Reizung in der Regel die Pupille erweitert (pag. 175). Dass die Erregung gewisser Theile des Centralnervensystems von allen oder den meisten sensibeln Nerven ausgelöst wird, habe er, Schiff, längst an schwanzlosen Batra-

chien nachgewiesen, deren Abdominalathmung von allen sensibeln Nerven abhängig ist, welche beiderseits von der Peripherie zur Medulla oblongata verlaufen.

Nawrocki und Przybylski[1]) sind auf Grund ihrer Versuche an Katzen zu folgenden Schlüssen gelangt.

1. Die Pupillendilatatoren gehen aus dem Cerebralhirn zum Spinalhirn, verlassen letzteres durch die vorderen Wurzeln des 8. Hals- und 1. und 2. Brustnerven, gelangen durch die Rami communicantes zum Gang. thorac. primum und von da durch die Ansa Wieussenii in den Halssympathikus und das Gang. colli supr. Aus dem letzteren kommen sie in den Schädel, vereinigen sich mit dem Gang. Gasseri und nehmen ihren weiteren Verlauf durch den ersten Ast des N. trigeminus.

2. Weiter gehen die Dilatatoren zum Auge nicht durch das Gang. ciliare, sondern durch die langen Ciliarnerven.

3. Die Mehrzahl der Dilatatoren geht durch den Halssympathikus, es existirt aber für sie noch eine Schädelhirnbahn.

4. Das Centrum für die Pupillendilatatoren ist im Kopfhirn lokalisirt. Für die Annahme eines zweiten Centrums im Rückenmarke an der Grenze zwischen den Hals- und Brustwirbeln liegen keine genügenden Gründe vor.

5. Der N. vertebralis enthält keine dilatirenden Fasern.

Kapitel II.

Ueber den Einfluss des N. trigeminus auf die Pupille.

In der Lehre von der Innervation der Pupille ist die Frage vom Einflusse des N. trigeminus auf die Irisbewegung die aller strittigste. Trotz der zahlreichen Untersuchungen herrschen hier die verschiedensten Ansichten. Magendie[2]) war der erste, welcher nachgewiesen hat, dass Durchschneidung des N. trigeminus im Schädel bei Kaninchen hochgradige Pupillenverengerung hervorbringt. Budge[3]) bestätigte diesen Versuch, nur fand er, dass

1) Die pupillenerweiternden Nerven der Katze. Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. L.

2) Budge l. c. pag. 93.

3) l. c. pag. 99.

diese Verengerung sich allmälich entwickelt und bereits nach einer halben Stunde verschwindet. Andererseits wird von einigen Autoren der Einfluss des N. trigeminus auf die Pupille mit Entschiedenheit in Abrede gestellt, so sagt z. B. Weber[1]): „Nervo trigemino in cranio dissecto motus Iridis immutatus mansit. Probatur hoc neque sensum retinae neque motum iridis a nervo quinto dependere." Aber die Untersuchungen von Valentin[2]) und Cl. Bernard[3]) trugen zur Unterstützung der Ansicht von Magendie und Budge bei. Diese Autoren haben festgestellt, dass die Durchschneidung des Trigeminusstammes nur eine schnell vorübergehende Verengerung, während die des Ramus ophthalmicus eine andauernde Verengerung der Pupille erzeugt. Die schnell verschwindende Verengerung der Pupille nach Durchschneidung des Trigeminusstammes wollen einige Autoren auf reflektorische Reizung des Oculomotoriuscentrums zurückführen. Diese Idee, zuerst von Johannes Müller[4]) ausgesprochen, fand ihren Vertheidiger in Graefe[5]). Der Grund hierfür wurde durch mehrere Beobachtungen gegeben, dass schon geringe Reizung der Enden der sensibeln Trigeminusfasern in der Conjunktiva oder Cornea, wie etwa leichte Berührung der Cornea, Pupillenverengerung hervorruft, Indes widersprechen dem die Versuche von Cl. Bernard[6]). welcher gezeigt hat, dass man durch Reizung der Enden des N. trigeminus zuerst schnelle Erweiterung der Pupillen erhält, welche durch Verengerung ersetzt wird. Gegen die Theorie des reflektorischen Einflusses des N. trigeminus auf die Pupille wird auch die Thatsache angeführt, dass die genannte Verengerung der Pupille auf Reizung des N. trigeminus selbst in einem atropinisirten Auge und bei durchschnittenem N. oculomotorius eintritt.

Für das Vorhandensein von selbständigen Pupillendilatatoren im Stamme des N. trigeminus hat zuerst C. Balogh das Wort

1) Citirt nach Rembold: „Ueber Pupillarbewegung und deren Bedeutung bei den Krankheiten des Centralnervensystems", pag. 17.

2) Lehrbuch der Physiologie, Bd. II, Abth. II, 1848, pag. 438.

3) Leçons sur la physiologie et pathologie du système nerveux, T. II, pag. 208.

4) Handbuch der Physiologie des Menschen, 3. Aufl., 1840. II, pag. 583.

5) Archiv für Ophthalmologie, III, 2, pag. 435.

6) l. c. pag. 20.

geredet. Nach Trennung aller Rückenmarksdilatatoren hatte er Pupillenerweiterung eintreten sehen, wenn er den Stamm und die centralen Ursprünge des N. trigeminus reizte. Auch Nawalichin, Vulpian, François Franck und andere Autoren bestätigen die Ansicht von Balogh. Ganz eigenartig ist die Ansicht von Grünhagen[1]), welcher glaubt, dass die Wirkung des N. trigeminus, abgesehen vom M. sphincter pupillae, sich auf die Elasticität des Irisgewebes und auf den Tonus der Irisgefässe geltend macht.

Schiff hält es für wahrscheinlich, dass die mit dem N. trigeminus gehenden Pupillendilatatoren gar nicht diesem Nerven angehören. In der That, wenn er einerseits beim Frosche alle sympathischen Aeste vom Gangl. Gasseri trennte, andererseits dieses Ganglion exstirpirte, so blieben die Pupillen auf beiden Seiten gleich weit. Daraus schliesst er, dass es noch andere sympathische Fasern giebt, die die Pupille dilatiren, die aber abgesehen vom N. trigeminus und dem obersten sympathischen Halsganglion zum Gang. Gasseri gelangen müssen. Diese Fasern kommen nach Schiff aus dem Cavum tympani[2]) her.

Rembold[3]) stimmt mit Schiff's Ansicht überein, dass der Tonus des Dilatators durch sensible, von aussen einwirkende Reize bedingt wird, und gründet darauf seine Theorie der Myosis nach Durchschneidung des N. trigeminus. Dieselbe entsteht nach ihm deshalb, weil durch die Leitungsunterbrechung in den Trigeminusfasern ein Weg für centralwärts gehende Reize, ausgehend von den Erregungszuständen der peripheren Enden des fünften Nerven,

1) Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol., X, pag. 173.

2) Schiff hält es nach Versuchen an Katzen sogar für wahrscheinlich dass das Ganglion Gasseri auch aus dem das Cavum tympani durchsetzenden Theile des Sympathikus pupillenerweiternde Fasern enthalte. Diese müssten demnach mit der Carotis externa, Maxillaris interna und Meningea media zum Gang. oticum und von dort durch den N. petrosus superficialis minor, den N. Jakobsonii und die Nn. carotico-tympanici inferior und superior (N. petrosus profundus minor) zum Plexus caroticus internus und von dort zum Gang. Gasseri gelangen. (Untersuchungen zur Naturlehre, X, 1867, pag. 423. Citirt nach der Monographie von Leeser: Die Pupillarbewegung in physiolog. und patholog. Beziehung.)

3) l. c. pag. 22.

welche auf reflektorischem Wege Pupillendilatation hervorrufen, aufgehoben wird. Um die Pupillenverengerung zu erklären, die mehrere Autoren nach Reizung des Trigeminusstammes beobachten konnten, nimmt er als wahrscheinlich an, dass der Trigeminusstamm ausser den dilatirenden noch selbständige pupillenverengernde Fasern enthält. Dass die Reizung der centralen Trigeminusursprünge in der Medulla oblongata Pupillenverengerung hervorruft, dürfte längst bekannt sein. Schon Hall[1]) wies darauf hin, dass die Trennung der Medulla oblongata bei Kaninchen Pupillenverengerung hervorruft. Dasselbe beobachtete Budge[2]). Grünhagen[3]) erhielt auf elektrische Reizung der Medulla oblongata Pupillenverengerung, wenn er vorher den Halssympathicus durchschnitten und den N. oculomotorius mit Atropin gelähmt hatte.

Die Versuche von Grünhagen wurden vor einem Jahre von Eckhard[4]) wiederholt. Seine Versuchsthiere waren Kaninchen und Hunde, denen er vorher die Pupillen durch Atropin ad maximum erweitern und die sympathischen Nerven hoch am Halse durchschneiden liess. Zur Reizung wurde der elektrische Strom resp. vorzugsweise der Thermokauter angewandt. Diesen Experimenten entnimmt Eckhard folgendes. 1. Die Reizung der Seitentheile der Medulla oblongata, von der Austrittstelle aus letzterer des N. trigeminus beginnend und auf beliebiger Höhe ausgeführt, ruft Pupillenverengerung hervor. 2. Gleichen Erfolg ergiebt die Reizung des Rückenmarkes in der Höhe des zweiten Halswirbels. 3. Die Reizung des Rückenmarkes, ausgeführt in der Höhe des 4. und 5. Halswirbel, ergiebt ein negatives Resultat. 4. Auf Reizung des Rückenmarkes in der Höhe des 3. Halswirbels erfolgt eine unbedeutende Verengerung der Pupille. 5. Unter denselben Verhältnissen werden bei Hunden keine analoge Erscheinungen beobachtet. Aus alle dem schliesst Eckhard, dass die Medulla oblongata der Kaninchen in der ganzen Ausdehnung ihrer Seitentheile, von

1) Eckhard's Beiträge zur Anatomie und Physiologie, Bd. XII, pag. 135,

2) l. c. pag. 132.

3) Henle's und Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Med., 3 R., Bd. XIX. pag. 283.

4) Zur Topographie der die Pupille verengernden Fasern des Trigeminus innerhalb der Centralorgane. Centralblatt für Physiologie, 1892, Juni, pag. 129.

der Austrittstelle des N. trigeminus beginnend nach hinten-centrifugale pupillenverengernde Fasern enthält. Das gleiche gilt vom Rückenmark bis zum zweiten Halswirbel; dagegen vom dritten Halswirbel an verschwinden dieselben zuerst zum grossen Theil und weiterhin — vollständig.

Kapitel III.

Ueber den Einfluss der Hemisphären und der grossen Gehirnganglien auf die Innervation der Pupillenerweiterung.

Zahlreiche Beobachtungen lehren, das psychische Affekte die Pupille beeinflussen; plötzliche Freude, Schreck, Zorn rufen stets schnelle Erweiterung der Pupille hervor, selbst wenn man dabei das Auge der Reizwirkung hellen Lichtes aussetzen sollte. Westphal[1]) beobachtete Pupillenerweiterung bei einem betäubten Patienten, wenn man ihm laut in's Ohr schrie. Nach Holmgren[2]) ruft jede Erregung des Bewusstseins, sei es durch Scherz, Drohung oder starkes Geräusch, Pupillendilatation hervor. Rhaelmann und Witkowsky[3]) führen zum Beweis der psychischen Beeinflussung der Pupille folgende Beobachtung an. Wenn man während der ophthalmoskopischen Untersuchung, insbesondere an jungen Personen, dieselben plötzlich durch ein schnell erzeugtes Geräusch, wie etwa Händeklatschen, erschreckt, so erfolgt eine schnell vorübergehende Pupillenerweiterung selbst wenn dabei in's Auge eine Menge Lichtstrahlen gerichtet ist. Diese Erweiterung der Pupille tritt nicht ein, sobald das Geräusch aufgehört hat Schreck hervorzurufen. Ferner glauben diese Forscher, dass der beständige Tonus des Dilatatorencentrums bedingt ist durch psychische und sensible Erregungszustände, die dieses Centrum stets von aussen empfängt.

1) Virchow's Archiv, 1863, Bd. XXVII.

2) Upsala läkarförnings förhandlingar, Bd. XI, pag. 222. Citirt nach Nagel's Jahresbericht für 1876, pag. 158.

3) Ueber das Verhalten der Pupillen während des Schlafes nebst Bemerkungen zur Innervation der Iris. Archiv für Anatomie u. Physiologie, physiologische Abtheilung, herausgeg. von Du Bois-Reymond, 1878, pag. 109.

Gestützt auf diese Ansicht, erklären sie den Contraktionszustand der Pupillen im Schlafe dadurch, dass die mannigfachen psychischen und sensiblen Reize, welche die Pupille des Wachenden zu erweitern streben, im Schlafe auf ein Minimum reducirt sind, dass in Folge dessen dem Pupillencentrum im Schlafe der Reiz zur Erweiterung fehlt. Ausser den psychischen Einflüssen hat die direkte Reizung der Gehirnhemisphären und der subcorticalen Ganglien Pupillenerweiterung zur Folge.

Knoll[1]) fand zuerst bei Reizung der vorderen Vierhügel der Kaninchen vermittelst schwacher elektrischer Ströme beiderseitige Pupillenerweiterung, dabei war die Erweiterung der Pupille eine bedeutendere auf der Seite der Reizung. Wurde der N. sympathicus vorher durchschnitten, so blieb die Reaktion der Pupille auf der dem durchschnittenen Sympathicus entsprechenden Seite aus, daraus schliesst Knoll, dass der Sympathicus zum Gehirn aufsteigend die Corpora quadrigemina erreicht. Da es ihm aber durch Zerstörung der Vierhügel nicht gelungen ist, eine mehr weniger anhaltende Pupillenverengerung zu erzielen, so lässt er dahingestellt sein, ob nicht auch von anderen Gehirncentren her dem N. sympathicus pupillendilatirende Fasern zugeführt werden.

Schiff und Foa[2]) erhielten Dilatation der Pupillen auf Reizung der vorderen $^4/_5$ des Grosshirns. Sie erklären dieselbe dadurch, dass das Gehirn Sensibilität besitzt, was sich ebenfalls auf die Corpora striata und die Sehhügel bezieht. Die Sensibilität der letzteren nimmt in der Richtung nach den Pedunculi cerebri zu. In Bezug auf die Corpora quadrigemina und verschiedene Gebiete der Medulla oblongata lassen sie die Sensibilität dahingestellt sein. Was das Cerebellum betrifft, so konnten sie nur durch starke elektrische Reizung desselben, und nicht durch schwache, dilatirende Effekte erzielen. Die Uebertragung der Reflexe von den sensibeln Nerven auf die Centren der Pupillardilatation erfolgt nach Schiff und Foa ebenfalls im Gehirn. Diese Thatsache unterstützen sie durch folgende Versuche. Wenn bei Katzen und

1) Beiträge zur Physiologie der Vierhügel. Eckhard's Beiträge zur Anatomie und Physiologie, 1869, Bd. IV, Heft III, pag. 111.

2) l. c. pag. 20.

Hunden der vor den Corpora striata liegende Gehirntheil weggeschnitten wird, dagegen die von der Cauda corporis striati seitwärts gelegenen ebenso die mittleren und hinteren Gehirntheile erhalten bleiben, so kann durch starke Reizung der sensibeln Nerven nur eine langsame und schwache Pupillendilatation hervorgebracht werden. Werden aber beide Gehirnhemisphären exstirpirt, so bleibt die Pupille selbst auf die stärksten sensibeln Reize unbeweglich, wenn auch ihre Reaktion auf Licht keine Einbusse erleidet.

Adamük[1]) reizte die beiden vorderen Hügel gegen die Mittellinie hin und mehr nach hinten und erhielt gleichzeitig mit der Bewegung beider Augen nach oben auch beiderseitige Pupillendilatation. Dasselbe ergab ihm die Reizung der hinteren Hügel.

Hitzig[2]) sah beim Galvanisiren des Kopfes regelmässig abwechselnde Verengerung und Erweiterung beider, seltener einer Pupille auftreten.

Ferrier[3]) rief bei Affen Pupillendilatation auf Reizung zweier Rindengebiete hervor: 1. derjenigen Stelle, welche nach Ferrier No. 12 entspricht (hintere Hälfte der oberen und der mittleren Stirnwindungen), 2. der mit No. 14 bezeichneten Stelle (Gyrus temporo-sphenoidalis super.). Hunde reagirten mit Pupillenerweiterung nur auf Reizung des Gebietes No. 12 (vorderer Ast des Gyrus sygmoideus). Bei der Katze blieb die Reizung der Hirnrinde ohne Erfolg. Er fand ferner, dass Affen, Hunde und Katzen bei elektrischer Reizung sowohl des vorderen als des hinteren Vierhügelpaares mit beträchtlicher Pupillendilatation zuerst auf der entgegengesetzten und dann auf der entsprechenden Seite reagirten. Die besagte Dilatation blieb aus nach Durchschneidung des N. sympathicus. Indem Ferrier diese Gehirntheile für sensibel hält, glaubt er, dass die Irritation derselben reflektorisch auf das Pupillenerweiterungscentrum übertragen wird.

---

1) Ueber die Innervation der Augenbewegungen. Centralbl. f. d. mediz. Wissensch., 1870, pag. 65.

2) Archiv für Anatomie und Physiologie von Reichert und Du Bois-Reymond, 1871, pag. 716—770.

3) Les fonctions du cerveau. Paris 1878, pag. 134, 231, 274.

Brown-Séquard[1]) erzeugte vermittelst eines glühenden Drahtes an Kaninchen und Hunden ausgiebige Zerstörungen der Hirnwindungen in der Nähe der Medianlinie und beobachtete am entsprechenden Auge starkes Zukneifen der Lider, Verengerung der Pupille, Hervortreten des dritten Lides vor der Cornea, darauf nach einiger Zeit Entzündung der Conjunctiva und Temperaturerhöhung auf der operirten Seite. Dieselben Veränderungen traten nach traumatischen Insulten des Menschenhirns auf — und werden sie von ihm als Lähmungserscheinungen des Sympathicus aufgefasst. Da er aber das Vorhandensein von Centren für den Sympathicus in der Hemisphärenrinde in Abrede stellt, so hält er die durch Zerstörung gewisser Rindetheile herbeigeführte Paralyse des sympathischen Nerven für reflektorisch.

W. Danilewski[2]) beobachtete bei seinen Untersuchungen über den Einfluss der grossen Hemisphären auf die Cirkulation und Athmung Pupillenerweiterung nach elektrischer Reizung der Grosshirnrinde.

Balogh[3]) konnte an Hunden, die mit Chloral oder Opium narkotisirt waren, beiderseitige Pupillenerweiterung erzeugen, wenn er die Cauda corporis striati reizte.

Bochefontaine[4]) rief bei Hunden Pupillenerweiterung hervor, wenn er mit einem Induktionsstrome beliebige Punkte der konvexen Gehirnoberfläche reizte. Da er Pupillenerweiterung auf Reizung der Hirnrinde selbst nach Trennung des Rückenmarkes in seinem Halstheile auftreten sah, so hält er die Existenz anderer Bahnen für die Dilatatoren, abgesehen vom N. sympathicus, für wahrscheinlich. Zu Gunsten dieser Voraussetzung führt Bochefontaine die Thatsache an, dass Pupillenerweiterung auf Rei-

---

1) Recherches sur l'excitabilité des lobes cerebraux, Production des effets de la paralysie du nerf grand sympathique cervical par l'excitation de la surface du cerveau. Archives de la physiologie normale et pathologique, 1875.

2) Untersuchungen über die Physiologie des Kopfhirnes. 1876. (Russisch.)

3) Sitzungsbericht der königl. ungar. Akademie der Wissenschaften, Bd. VII. Citirt nach Hoffmann und Schwalbe's Jahresbericht, 1876, Abth. III, pag. 24.

4) Etude expérimentale de l'influence exercée par la faradisation de l'écorce grise du cerveau sur quelques fonctions de la vie organique. Archives de la physiologie normale et pathologique, 1876, 2me série, T. III, pag. 140.

zung der Rinde viel schneller vor sich geht als auf Reizung des N. sympathicus.

Hensen und Völkers[1]) beobachteten bei Hunden Pupillenerweiterung auf Reizung der centralen und seitlichen Theile der Vierhügel und der Querschnittsfläche des Thalamus opticus. Ebenfalls Pupillenerweiterung fand nach Durchreissung (nicht Durchschneidung) der Commissura posterior statt. Nach Durchschneidung des N. vagus fehlte die Erweiterung der Pupille auf der entsprechenden Seite. Indem Völkers und Hensen die Vierhügel als ein Sensibilitätsorgan auffassen, betrachten sie dieselben nicht als Centrum für die Pupillendilatatoren, sondern als Uebertragungsstelle für mannigfache sensible Reflexe[2]).

Fr. Franck[3]) erklärt die Verschiedenheit der Befunde von Bochefontaine und Ferrier dadurch, dass ersterer, wenn er Pupillenerweiterung durch Reizung der gesammten konvexen Hemisphärenoberfläche ausgelöst sah, es mit epileptischer Erweiterung der Pupille zu thun hatte. Aus seinen Versuchen an Hunden und Katzen fand Fr. Franck, dass diejenige Reizung der Rinde, welche eine offenbare oder latente Epilepsie (durch Curarewirkung) hervorruft, stets Erweiterung beider Pupillen bedingt, die während der ganzen Dauer des epileptischen Anfalls anhält und von Veränderungen des Pulses und des Blutdruckes begleitet wird, welche nicht gleichzeitig mit der Dilatation der Pupillen auftreten. Dagegen kennzeichnet sich die nicht epileptische Dilatation der Pupillen durch typische Eigenthümlichkeiten: sie tritt einmal auch nach ganz kurzer, unter eine Sekunde währender und so schwacher Reizung ein, welche eine Epilepsie hervorzurufen nicht im Stande ist. Ferner hängt sie von der Dauer der Reizung ab und ist nicht von Erhöhung des Blutdruckes und Alteration der Herzthätigkeit gefolgt, wie dies für die Epilepsie charakteristisch ist.

---

[1]) Ueber den Ursprung der Accommodationsnerven nebst Bemerkung über die Funktion der Wurzeln des N. oculomot. Gräfe's Archiv für Ophthalmologie, 1878, Bd. XXIV, Abth. I, pag. 11.

[2]) „Entwickelungsgeschichtlich sind es sensible Theile. Es lässt sich eine grosse Mannigfaltigkeit von Reflexen von dort her auslösen" (pag. 16).

[3]) Leçons sur les fonctions motrices du cerveau et sur l'epilepsie cérébrale. Paris 1887, pag. 211—236.

Die Versuche von Ferrier und Bochefontaine wiederholend, erhielt Fr. Franck beim Hunde Pupillenerweiterung durch Reizung zweier Rindegebiete: 1. der Stelle, welche nach Ferrier No. 12 entspricht (Ramus anterior gyri sygmoidei) und 2. des vorderen Astes des Gyrus supra-sylvius. Bei der Katze erwies sich das erste Gebiet inaktiv, während das letztere eine deutliche Wirkung zur Folge hatte. Auf Reizung der unterhalb der ebengenannten Gebiete liegenden weissen Gehirnsubstanz erfolgte bei Fr. Franck ebenfalls Pupillenerweiterung. Nachdem Fr. Franck bei Hunden durch Reizung derselben Gebiete Pupillenverengerung erhielt, welche bei Katzen Pupillenerweiterung ergaben, stellte er die Hypothese auf, dass man den einzelnen Gebieten der Rinde keine speziellen Funktionen zumuthen darf, weil man durch Reizung ein und desselben Gebietes, je nach den Beobachtungsbedingungen, verschiedene oculopupilläre Effekte erzielt[1]).

Grünhagen[2]) widerlegt die Angaben von Ferrier, Knoll, Hensen und Völkers, bei welchen die Pupillenerweiterung nach Durchschneidung des N. sympathicus ausblieb; denn bei seinem Versuche sah er Pupillenerweiterung auftreten auf Reizung der Hemisphärenrinde längs der Pfeilnaht selbst in dem Falle, wenn das Ganglion cervic. suprem. exstirpirt worden war.

Bessau[3]) fand bei seinen Versuchen an Katzen, dass die Reizung der Hemisphärenrinde unmittelbar hinter dem Sulcus cruciatus, wie auch an der Stelle, wo die vorderen Theile der 2. und 3. Windungen auseinandergehen, beiderseitige Pupillenerweiterung hervorruft. Analoge Experimente an Kaninchen ergaben ihm folgendes. Reizt man den Occipitallappen, so erhält man Pupillenerweiterung; Reizung des Frontallappens bleibt in diesem Sinne

---

1) „Cette observation et quelques autres nous portent à supposer qu'il n'y a pas une spécialisation fonctionelle corticale aussi tranchée qu'il pourrait sembler et que les mêmes points du cerveau peuveut être l'origine d'effets oculo-pupillaires différents suivants les conditions de l'observation“ (pag. 234).

2) a) Ueber pupillenerweiternde Nervenfasern. b) Ueber den cerebralen Verlauf der pupillenerweiternden Nerven. Berliner klinische Wochenschrift, 1879, pag. 407 und 649.

3) Die Pupillenenge im Schlafe und bei Rückenmarkskrankheiten. Diss. inaug. Königsberg 1879.

erfolglos, übt aber insofern Einfluss auf das Pupillendilatatorencentrum aus, als auch die unmittelbar darauf vorgenommene Reizung des Occipitallappens mehr keine Erweiterung der Pupille hervorzurufen vermag. Die Dilatation der Pupillen tritt sofort ein, wenn die Reizung des Occipitallappens nach einer Pause stattfindet. Auf Grund dieser Versuche glaubt Bessau, dass der Occipitallappen bei Kaninchen pupillendilatirende Fasern enthält, während im Frontallappen Fasern verlaufen, welche die Dilatation hemmen. Ferner fand er, dass die Exstirpation des Ganglion cervic. super. kein Hinderniss abgiebt für das Auftreten der Pupillenerweiterung auf Reizung der Hirnrinde. Durch Messung des Blutdruckes in der A. carotis konnte Bessau feststellen, das bei Reizung des Gehirns Pupillendilatation beobachtet wird bevor noch von Seiten des Blutdruckes Veränderungen wahrzunehmen sind. Indem er nach Durchschneidung aller bekannten Dilatatoren (Durchschneidung des Ramus ophthalmicus nervi trigemini oder Exstirpation des obersten Halsganglions) reflektorische Pupillenerweiterung eintreten sah, nahm er an, dass die Hirndilatatoren aus der Medulla oblongata zum Plexus cavernosus und von da durch den N. abducens zum Auge gehen. Er stützt sich hierbei auf die Untersuchungen von Henle[1]), welcher fand, dass sich dem N. abducens ein lateraler Ast des N. caroticus und weiterhin nach vorne noch ein Theil des medialen Astes beigesellt. „Der Plexus cavernosus, sagt er, giebt dann weiter sowohl gewissen Hirnnerven als auch den Aesten der Carotis Fäserchen zu peripherischer Verbreitung im Auge ab. So wäre eine direkte Bahn pupillendilatirender Nervenfasern ohne Vermittelung des Halssympathicus vom Gehirn resp. Medul. oblon. zur Iris vorgezeichnet“ (pag. 42).

Grünhagen und Cohn[2]) beweisen den cerebralen Ursprung der sympathischen Pupillarfasern folgendermassen. Wenn man bei einem Kaninchen, dem man vorher die Pupillen mit Atropin ad maximum erweitert hat, alle zum Hirn aufsteigenden Arterien

---

1) Handbuch der Nervenlehre des Menschen. II. Aufl. Braunschweig 1879, pag. 618.

2) Ueber den Ursprung der pupillendilatirenden Nerven. Hirschberg's Centralblatt für praktische Heilkunde, 1884, Juni, pag. 165.

comprimirt, so erfolgt gleichzeitig mit dem Einsetzen der Krämpfe auch Verstärkung der Pupillenerweiterung. Letztere bleibt aus, wenn man vorher den Halssympathicus durchschnitten hat. Diese Verstärkung der Pupillenerweiterung beruht nach Grünhagen und Cohn auf Reizung der centralen Ursprünge des N. sympathicus in denjenigen Gehirntheilen, welche der Anämie anheimfielen. Wenn in dem besagten Versuche die epileptischen Krämpfe aufgehört haben und die übermaximale Dilatation der Pupille geschwunden ist, so kann man durch Reizung der sensiblen Nerven, z. B. des centralen Segmentes des N. cruralis, wohl stark reflektorische Bewegungen hervorrufen, niemals aber wird Pupillendilatation eintreten. Daraus schliessen die betreffenden Autoren, dass es kein Centrum cilio-spinale, sondern nur ein Centrum cilio-cerebrale giebt. „Ob letzteres an der von Hensen und Völkers näher bezeichneten Stelle am Boden des dritten Ventrikels oder noch höher in den von Bessau ermittelten Bezirken der Grosshirnrinde zu suchen ist, muss weiteren Prüfungen überlassen bleiben“ (pag. 166).

Katschanowski[1]) nimmt auf Grund seiner an Hunden im Stricker'schen Laboratorium ausgeführten Versuche an, dass nur elektrische Reizung der vorderen Theile der vorderen Windungen (Gyri sygmoides) Pupillenerweiterung hervorbringt, ebenfalls Reizung der vorderen Theile der Corpora striata und der hinteren Vierhügel. Die Uebertragung der Erregung für die Pupillendilatation wird durch Katschanowski nur durch sympathische Nerven übermittelt, denn nach Trennung des Rückenmarkes und des N. sympathicus erhielt er auf Reizung der Hirncentren keine Pupillendilatation. In dieser Hinsicht widersprechen seine Versuche den Ergebnissen von Bochefontaine und Grünhagen, bei welchen die Durchschneidung des Sympathicus und des Rückenmarkes nicht im Stande war, die Reizwirkung der Rinde und der Hirnganglien zu unterdrücken. Ferner fand Katschanowski, dass das Vorhandensein der Vierhügel durchaus keine nothwendige Bedingung ist für die Uebertragung des Reizes von den Corpora striata durch das Rückenmark und die sympathischen Halsnerven auf die

[1]) Ueber die oculo-pupillären Centren. Medizinische Jahrbücher. 1885. pag. 425.

Pupillen, denn die Zerstörung der Vierhügel beseitigt keineswegs den Effekt.

Mislawski[1]), durch die widerspruchsvollen Ansichten über den Einfluss der Rinde auf die Innervation der Pupille veranlasst, führte an Hunden und Katzen eine Reihe von Versuchen aus, aus welchen er zu folgenden Resultaten gelangte. Die Faradisirung der Scheitelwindungen ruft eine grössere Dilatation hervor als es bei Katschanowski durch Reizung des Gyrus centralis anterior vermittelst eines Stromes von gleicher Stärke der Fall war. Die Durchschneidung des N. sympathicus und die Exstirpation des Gang. cerv. supr. beseitigen nicht, sondern schwächen nur die Wirkung auf der entsprechenden Seite ab. Die Durchschneidung des N. trigeminus hinter dem Gang. Gasseri, des sympathischen Halsnerven oder des Rückenmarkes in der Höhe des ersten Halswirbels, endlich der Medulla oblongata hinter den Corpora quadrigemina hindert nicht das Auftreten der Pupillenerweiterung auf Reizung der Rinde. Wohl bleibt jegliche Reaktion der Pupille auf Reizung der Rinde völlig aus, wenn der N. oculomotorius oder der N. trigeminus vor dem Gang. Gasseri, wo alle Dilatatoren verlaufen, durchschnitten wird. Daraus entnimmt Mislawski, dass die Rinde zweierlei Einfluss ausübt: aktiven Einfluss auf das Centrum der Pupillenerweiterung und depressiven auf den Tonus des in den Corpora quadrigemina befindlichen Pupillenverengerungscentrums.

Kapitel IV.

Ueber den Mechanismus der Pupillenerweiterung.

Wir sahen, wie verschiedenartig die Ansichten über die peripheren Bahnen und die Localisation der Pupillenerweiterungscentren sind. Nicht mehr Klarheit herrscht in der Lehre vom Mechanismus der Pupillenerweiterung. Die Ursache davon liegt in unseren mangelhaften Kenntnissen der Anatomie der Iris. Wir nehmen daher klinische Beobachtungen und die experimentelle

---

[1]) De l'influence de l'écorce grise sur la dilatation de la pupille. Comptes rendus de la Société de Biologie, 1887, Nr. 13.

Physiologie zu Hilfe, um die Lücken in unserem Wissen einigermassen auszufüllen. Den Ausgangspunkt aller strittigen Meinungen bildet die Frage vom Vorhandensein eines M. dilatator pupillae, welche folgende Theorien der Pupillenerweiterung geschaffen hat.

A. Die Muskeltheorie.

Maunoir[1]) gebührt das Verdienst, auf das Vorhandensein zweier Muskeln in der Iris: eines cirkulären Sphinkter und eines radiären Dilatator pupillae hingewiesen zu haben. Auf dieser Thatsache basirt die Muskeltheorie. Die Entdeckung von Maunoir wurde in der Folge von Valentin[2]), Brücke[3]), Krohn[4]) und Weber[5]) bestätigt. Arnold[6]) leugnet die Existenz von Muskeln in der Iris sowohl beim Menschen als bei Säugethieren. Hyrtl, welcher zuerst die muskuläre Natur des M. dilatator in Abrede gestellt hatte, erkannte ihn später als selbständigen Muskel an. Kölliker[7]) erblickt den M. dilatator in einzelnen dünnen Bündeln glatter Muskelfasern, welche zwischen den Gefässen radiär vom cilliaren Rande zum pupillaren verlaufen. Dagegen glaubt Henle[8]) dass der M. dilatator eine kontinuirliche Muskelschicht auf der hinteren Fläche der Iris zwischen dem Stroma und der Uvea bildet. Luschka[9]) sucht beide Meinungen in Uebereinstimmung zu bringen, indem er annimmt, dass zum M. dilatator nicht nur eine Grenzmembran, sondern auch radiär verlaufende Fasern gehören. Die Ansicht von Henle wurde von Merkel[10]) und Iwanow[11]) bestä-

[1]) Citirt nach der Monographie von Drouin: „La pupille", Paris 1876.

[2]) Repertorium, 1837, pag. 247; citirt nach Budge.

[3]) Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847. Citirt nach der Monographie von Leeser.

[4]) Müller's Archiv, 1837, pag. 247. Citirt nach Budge.

[5]) l. c.

[6]) Physiologie T. I, pag. 645. Citirt nach Drouin.

[7]) Zeitschrift für wissensch. Zoologie 1849, I. Bd., pag. 54. Citirt nach Leeser.

[8]) Handbuch der systemat. Anatomie des Menschen, II, 1866, pag. 634.

[9]) Anatomie des menschlichen Kopfes, pag. 416. Citirt nach Leeser.

[10]) Zur Anatomie der Iris. Zeitschrift für rationelle Mediz., 1868, Bd. XXXI.

[11]) Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere, 1871, pag. 1044—1048. Citirt nach Leeser.

tigt; von letzterem auf Grund der von Jeroffeew[1]) unter seiner Leitung ausgeführten Versuche, Dogiel[2]) dagegen schliesst sich der Ansicht von Kölliker an, indem er den M. dilatator aus Fasernbündeln bestehen lässt, welche von der äusseren Fläche des M. sphincter radiär zum ciliaren Rande verlaufen und sich vielfach verzweigen. Grünhagen[3]) war es, welcher gegen den Dilatator als anatomisch gesonderten Muskel in's Feld zog. Zuerst die Existenz desselben zugebend, schrieb er in der Folge eine Reihe von Abhandlungen, welche beweisen sollen, dass es nur einen M. sphincter und keinen M. dilatator giebt. Grünhagen's Ansicht wird von Fuchs[4]), Debiere[5]), Arnstein[6]) und Reterer[7]) getheilt. Nichtsdestoweniger ist das Vorhandensein eines M. Dilatator von Faber[8]), Leuckart[9]), Koganeï[10]), Dostojewski[11])

---

1) Zur Lehre von den intraoculären Muskeln des Menschen. Dissert. inaug. Petersburg. 1880. (Russisch.)

2) Ueber den M. dilatator pupillae bei Säugethieren, Menschen und Vögeln. M. Schultze's Archiv für mikroskop. Anatomie, 1870, Bd. VI, pag. 89—99 und Bd. XXVII.

3) a) Archiv für pathol. Anatomie, Bd. XXX, 1864, pag. 485. b) Zeitschrift für rationelle Medizin, Bd. XXVIII, pag. 176; c) Ibid. Bd. XXXI, pag. 403. d) Ibid. Bd. XXXVI. e) Max Schultze's Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. IX, pag. 286—292, 1873. f) Ibid. pag. 726.

4) Beiträge zur normalen Anatomie der menschl. Iris. Graefe's Archiv Bd. XXXI, Abth. III, pag. 69, 1885.

5) Sur le muscle de l'homme. Comptes rendus de la Société de Biologie, Ser. IX, T. V, Nr. 15, 1887. Citirt nach Nagel's Jahresbericht.

6) Handbuch der mikroskop. Anatomie von Prof. Kultschicki. Charkow. (Russisch.) pag. 243.

7) Note sur la structure de l'iris chez les mamifères. Comptes rendus de la Société de Biologie. Ser. IV, T. V, Nr. 3, 13. Citirt nach Nagel's Jahresbericht.

8) Der Bau der Iris des Menschen und der Wirbelthiere. Gekrönte Preisschrift. Leipzig 1869.

9) Handbuch der gesammten Augenheilkunde von Graefe u. Saemisch, Bd. II, pag. 279.

10) Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XXV, 1885, pag. 23. Citirt nach Nagel's Jahresbericht.

11) Ueber den Bau des Corpus ciliare und der Iris von Säugethieren. Archiv f. mikroskop. Anat., Bd. XXXVIII, pag. 91.

und Runischewitz[1]) betont worden und muss heutzutage als eine allgemein anerkannte Thatsache gelten. Das Vorhandensein zweier im entgegengesetzten Sinne wirkenden Muskeln, von deren Contraktion die Pupillenbewegung abhängig ist, bildet die Grundlage der Muskeltheorie. Festen Boden gewann letztere, nachdem es gelungen war, durch physiologische Versuche isolirte Contraktionen des M. sphincter sowohl als des M. dilatator herbeizuführen. Weber[2]) hat zuerst nachgewiesen, dass man Pupillendilatation auf elektrische Reizung erhält, wenn man die Elektroden auf den scleralen Rand der Cornea applicirt. Setzt man dagegen die Elektroden auf das Centrum der Cornea auf, so verengert sich die Pupille. Noch überzeugender ist der Versuch von Kölliker[3]). Entfernt man nämlich den ganzen Sphincter, welcher die Pupille in Form eines cirkularen Muskels umgiebt und reizt man darauf vermittelst eines schwachen elektrischen Stromes die Iris, so beobachtet man Erweiterung der Pupille. Bernstein und Dogiel[4]) zeigten, dass man bald Erweiterung, bald Verengerung der Pupille hervorbringen kann, je nachdem der elektrische Strom den radiären Fasern des Dilatators oder den cirkulären des Sphincter parallel geht; setzt man die Elektroden auf entgegengesetzte Punkte des Cornearandes eines frisch getödteten Thieres resp. eines herausgeschnittenen Auges, so erhält man Pupillendilatation, applicirt man dagegen auf entgegengesetzte Rändern der Cornea zwei besondere geschlossene Ketten derart, dass die gleichnamigen Pole sich gegenüberstehen, so erhält man Pupillenverengerung.

Für die Muskeltheorie sprechen auch die Untersuchungen von Hurwitz[5]), welche er mit Hilfe des Thermotonometers ausführte. Der besagte Apparat wurde von Grünhagen[6]) zum Zwecke der Messung

---

1) Die intraoculären Muskeln bei Vögeln. Denkschrift der Akademie der Wissenschaften in Krakau. Math.-naturw. Sektion, Bd. XIII, 1886, Krakau.

2) l. c.

3) Experimenteller Nachweis von der Existenz eines Dilatator pupillae. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, 1855, Bd. VI, pag. 143.

4) Centralblatt für die mediz. Wissenschaft, 1866, pag. 453.

5) l. c.

6) Das Thermotonometer. Pflügers Arch. f. Physiologie, Bd. XXXIII, pag. 59.

der Spannung verschiedener Gewebe unter Einwirkung von Temperaturschwankungen construirt. Er besteht aus einem geschlosenen Glascylinder, in dem man das zu untersuchende Gewebe aufhängt. Ein feiner Aluminiumdraht wird einerseits mit dem aufgehängten Gewebe in Berührung gebracht, andererseits, indem er den Boden des Cylinders durchsetzt, mit einem leichten Zeichenhebel in Verbindung gesetzt. Durch jede Contraction und Erschlaffung des Gewebes wird der Hebel in Bewegung versetzt und diese Bewegungen werden auf einer mit fein berusstem Papier überzogenen rotirenden Trommel aufgezeichnet. Der erwähnte Cylinder wird in einen zweiten grösseren hineingebracht und der Zwischenraum beider mit Wasser verschiedener Temperatur oder mit Eis gefüllt. Mittelst dieses Apparates fand Hurwitz, dass nach Excision des M. sphincter einzelne Stücke der Ciliarportion der Iris bei Durchleitung von Inductionsströmen bei Körpertemperatur sich in radiärer Richtung contrahiren. Diese Erscheinung beobachtete Hurwitz an der Iris des Kaninchens und der Katze; bei den Wiederkäuern besitzt die Iris nicht solche Contractilität. Ausserdem erhielt Hurwitz, gleich Kölliker, bei Kaninchen und Katzen Contraction des Irisgewebes, wenn er nach Abtragung der Cornea und Excision des Sphincter pupillae die Iris mit dem faradischen Strom direkt reizte.

Die Ergebnisse von Hurwitz wurden von Heese[1]) bestätigt, welcher mit Hilfe des Thermotonometers ebenfalls nachweisen konnte, dass die Ciliarportion der Kanincheniris sich auf elektrische Reizung bei Körpertemperatur in radiärer Richtung contrahirt. Ferner machte sich dieser Forscher zur Aufgabe, den Sympathicuseinfluss auf die Contractilität der Ciliarportion der Iris sowohl an lebenden als auch an den verbluteten Thieren (um jeden Einfluss von Seiten der Blutgefässe und des Blutdruckes somit auszuschliessen) zu prüfen. Als Versuchsthiere wählte er Katzen, bei denen er die Hornhaut abtrug, den M. sphincter excidirte und den nachgebliebenen Theil der Ciliarportion der Iris mit einem leichten Hebel in Verbindung setzte, welcher die Contractionscurve auf eine

1) Ueber Einfluss des Sympathicus auf das Auge, insbesondere auf die Irisbewegungen. Pflügers Archiv, 1892, Bd. 52, pag. 535.

rotirende Trommel aufzeichnete. Um die Bewegungen des Augapfels, welche in Folge der Contraction des ebenfalls vom Sympathicus innervirten M. orbitalis Mülleri eintreten, zu beseitigen, wurde der Augapfel vermittelst eines metallenen Ringes fixirt oder der N. vidianus durchtrennt, welcher nach Heese sympathische Aeste für den M. orbitalis enthält. Indem Heese darauf den Halssympathicus reizte, erhielt er die Contractionscurve der Ciliarportion der Iris. Das Stadium der latenten Reizung bei dieser Contraction beträgt etwa zwei Sekunden. Sowohl die Periode der latenten Reizung als die lange Dauer der Verkürzung entsprechen nach Heese dem Verhalten der glatten Muskulatur. Gleiche Resultate erhielt er aber, wenn der Sphinkter nicht excidirt war oder wenn zu dem Versuche nur einzelne durch Radiärschnitte isolirte Sektoren der Iris verwendet wurden. Die Entfernung der Linse und des Glaskörpers änderte nichts in seinem Befunde. Ausserdem wurde an eben verbluteten Thieren keine Veränderung in dem Bilde der Contractionscurve wahrgenommen. Ferner, auf Grund seiner histologischen Untersuchungen über den Bau der Iris beim Hunde, Kaninchen, Schafe und Schweine nimmt Heese im Irisstroma selbst einen M. dilatator an, welcher nicht aus einer kontinuirlichen Muskelschicht, sondern, wie Dogiel gefunden, aus einzelnen Speichen besteht, die in radiärer Richtung verlaufen und im Pupillargebiet hinter dem Sphinkter zu liegen kommen. Indem Heese aus all' dem schliesst, dass das Vorhandensein eines M. dilatator sowohl durch anatomische als physiologische Forschungen festgestellt worden ist, sagt er: „Nach einem einheitlichen, bestimmten Gesetz, gültig wenigstens für die oberen Thierklassen, hat die Natur den interessanten Mechanismus der Pupillenbewegung geschaffen. Sie hat das wechselnde Spiel derselben abhängig gemacht von dem wechselnden Thätigkeitszustande zweier antagonistisch wirkender Muskeln, deren regelmässige Anordnung es verständlich macht, dass dasselbe in so harmonischer und sicherer Weise stets von Statten geht“ (pag. 554).

B. Die Gefässtheorie.

Hall[1]) war der erste, welcher gegen die Existenz eines M. dilatator auftrat. Die Pupillenerweiterung beruht nach ihm auf Erschlaffung des M. sphinkter einerseits und auf Elasticität des Irisgewebes andererseits. Halls Anhänger modifizirten seine Theorie; sie brachten in seine Lehre einen neuen Faktor hinein — den Einfluss der vasomotorischen Nerven — und gründeten dadurch die Gefässtheorie. Nach letzterer verhält sich die Sache so: auf Reizung der durch den N. sympathicus verlaufenden Vasomotoren erfolgt Contraction der Irisgefässe, welche ihrerseits Verminderung des Blutgehaltes in diesen Gefässen und Pupillenerweiterung zur Folge hat. Von ganz entgegengesetzter Wirkung ist die Lähmung des Sympathicus: indem sich hierbei die Irisgefässe erweitern, wird das Blutquantum in denselben vergrössert und Pupillenverengerung herbeigeführt. Die Basis zu dieser Theorie wurde durch die Versuche von Crimelli[2]) gegeben, welcher an Kinderleichen durch Injektion von gefärbtem Oel in die A. ophthalmica Pupillenverengerung hervorgerufen hatte. Diese Versuche erhielten ihre Bestätigung durch Ruget[3]), welcher nach Injektion von Flüssigkeiten in die Art. ophthalmica eine Verminderung des Pupillendurchmessers um $1/3$, ja um die Hälfte beobachtet hatte. Auch Schöler[4]) sah bei Katzen Pupillenverengerung nach Injektion von defibrinirtem Blute in die A. carotis. Nach Salkowski[5]) erfolgt auf Reizung des N. sympathicus gleichzeitig mit der Pupillenerweiterung auch eine starke Kontraktion der Irisgefässe und umgekehrt wird die Pupillenverengerung stets von starker Blutfüllung der Irisgefässe begleitet. Am leichtesten will Donders[6]) diese Thatsache an weissen Kaninchen konstatiren können. Becker[7]) sah dasselbe an menschlichen

---

1) The Edinburgh medical and surgical Journal, Juli 1849. Citirt nach Drouin.

2) Memorie della med. contemp. 1840. Citirt nach Drouin.

3) Gazette médicale de Paris, 1846. Citirt nach Drouin.

4) Experimentelle Beiträge zur Irisbewegung. Inaug.-Diss. Dorpat, 1869.

5) l. c.

6) l. c. 21.

7) Stellwag. Ophthalmologie l. c. 62.

Albinos. Adamük[1]) fand durch die ophthalmoskopische Untersuchung bei Reizung des N. sympathicus Verengerung der Arterien und Füllung der Venen in der Retina. Sinitzin[2]) beobachtete nach Exstirpation des obersten Halsganglions unmittelbar darauf vermehrte Injektion der Gefässe des Augenhintergrundes.

Zur Rechtfertigung der Gefässtheorie stellte Mosso[3]) eine Reihe interessanter Versuche an. Er liess ein atropinisirtes Kaninchen verbluten und injicirte in die A. carotis des vom Rumpfe getrennten Kopfes eine mit Indigo gefärbte Kochsalzlösung. Dabei beobachtete er entsprechend der Injektion und der Aussaugung der Flüssigkeit bald Verengerung bald Erweiterung der Pupille. Er hat ausserdem aus Kautschukröhren einen die Iris imitirenden Apparat construirt, an welchem die Abhängigkeit der Pupillengrösse von der Gefässfüllung demonstrirt werden konnte. Ferner verfolgte er einerseits auf entoptischem Wege die Durchmesserschwankungen der Pupille und andererseits mit Hilfe des Plethismographen die Veränderungen der Körpergefässen und konnte feststellen, dass jede psychische oder sensible Erregung, die mit Gefässcontraction parallel geht, auch Pupillenerweiterung nach sich zieht und umgekehrt: sobald sich die Körpergefässe erweitern, tritt Pupillenverengerung ein.

Die Anhänger der Gefässtheorie führen noch als Gegenbeweis von dem Vorhandensein eines M. dilatator an, dass bei Dilatation der Pupille keine Dickezunahme der Iris stattfindet, was doch dem Verhalten der Muskeln während ihrer Contraction widerspricht.

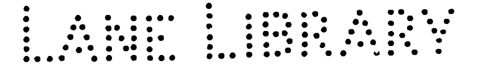
Die Hinfälligkeit der Gefässtheorie wurde nichtsdestoweniger durch eine ganze Reihe von Versuchen erwiesen.

---

1) Zur Lehre vom Einfluss des Sympathicus auf den inneren Augendruck Centralblatt f. d. mediz. Wissensch., 1867, pag. 433.

2) Citirt nach Rembold.

3) a) Sui movimenti idraulici dell' iride et sull' azione dei mezzi che servono a dilatare od a restringere la pupilla. Torino 1875. b) Von einigen neuen Eigenschaften der Gefässwand. Berichte der k. sächs. Gesellsch. der Wissenschaften. Math.-phys. Klasse, 1874, pag. 305. c) Sopra un nuovo methodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni nell' uomo. Acad. delle Scienze di Torino. Nov. 1875. Philadelphia medical. Times. February 20. 1875. 330. Citirt nach Drouin.



Cl. Bernard wies, der erste, auf die topographische Trennung der beiden Arten von Fasern: der Dilatatoren und der Vasomotoren hin. Diese Thatsache wurde von Fr. Franck bestätigt, welcher, wie bereits oben erwähnt, nachgewiesen hat, dass die Vasomotoren sich oberhalb des Gang. cervicale supr. von den Dilatatoren trennen, während die ersteren die A. carotis begleiten, verlaufen die letzteren in der Richtung zum Gasser'schen Knoten hin.

Arlt jun.[1]) hat mit Hilfe der graphischen Methode dargethan, dass die Pupillenerweiterung und Verengerung der Ohrgefässe auch zeitlich von einander getrennt sind, dass vielmehr die letztere Erscheinung auf die erstere nach einem Zeitraum folgt, welcher etwa 0,18 Sek. beträgt. Wenn auf der einen Seite Grünhagen diesen Zeitraum für minimal hält und ihn kaum über 0,06 Sek. dauern lässt, so findet andererseits die Arlt'sche Angabe ihre Bestätigung in den Beobachtungen von Fr. Franck, welcher vermittelst seiner graphischen Methode den Beweis erbracht hat, dass bei Reizung des N. sympathicus die Pupillendilatation der Gefässcontraction vorausgeht und ihr Maximum früher als letztere erreicht.

Die Untersuchungen von Jegorow sprechen ebenfalls gegen die Gefässtheorie, denn er zeigte, dass auf Reizung einzelner langer Ciliarnerven Pupillenerweiterung ohne Veränderung des Gefässdurchmessers des Augenhintergrundes vor sich geht.

Bessau[2]) konnte beim Auftreten von Pupillendilatation auf elektrische Reizung der Hemisphärenoberfläche niemals Erhöhung des Blutdruckes konstatiren.

Die Unhaltbarkeit der Gefässtheorie trat insbesondere klar hervor nach den Untersuchungen von Bellarminow[3]), auf dessen Photogrammen zur Genüge erhellt, dass die Pupillendilatation weder mit der Veränderung des Blutdruckes noch mit der des intraokulären Druckes zeitliche Uebereinstimmung aufweist.

---

1) Beitrag zur Kenntniss der Zeitverhältnisse bei den Bewegungen der Iris. Graefe's Archiv, Bd. XV, Abth. I, pag. 204.

2) l. c.

3) l. c.

C. Gemischte Theorien.

Grünhagen[1]) und Rogow[2]) führen die Pupillendilatation auf vasomotorische Effekte einerseits und auf Elasticität des Irisgewebes andererseits zurück und sprechen hierbei willkürlicherweise dem N. trigeminus unbegründeten Einfluss auf die Elasticität des Irisgewebes zu. Dieser Theorie widerspricht die Thatsache, dass die Veränderungen des Pupillardurchmessers und des Lumen der Gefässe nicht zeitlich übereinstimmen.

Gaskell[3]) bestreitet, gleich Grünhagen, die Existenz eines M. dilatator pupillae, glaubt aber die auf Reizung des Sympathicus eintretende Pupillenerweiterung nicht durch Gefässcontraction, sondern durch Hemmung des M. sphincter erklären zu müssen. Der Sympathicus ist nach ihm ein Hemmungsnerv für den pupillenverengernden Muskel. Durch Erregung des Sympathicus wird der M. sphincter in einen Erschlaffungszustand versetzt. Eine Stütze für seine Theorie, die übrigens schon früher von anderen Autoren aufgestellt war, schienen ihm die histologischen Arbeiten und die physiologischen Versuche von Grünhagen zu sein. Grünhagen und Samkowy[4]) zeigten, dass der Sphincter der Katze und des Kaninchens auf seine direkte Reizung mittelst des faradischen Stromes sich verlängern kann. Diese Längezunahme ist nach den erwähnten Autoren kein Ermüdungsphänomen, sondern eine aktive Erschlaffung (Elongation), da unmittelbar nach der erfolgten Verlängerung der Sphincter sich sofort wiederum verkürzt. Gaskell hält diese Erschlaffung für einen Depressionszustand und führt dieselbe auf eine Aktion der Hemmungsnerven im Muskel zurück. Folgende Beobachtung führt Gaskell zu Gunsten seiner Theorie an. Ein Hemmungsnerv, sagt er, unterscheidet sich von den gewöhnlichen motorischen Nerven durch seine anhaltende Nachwirkung von entgegengesetztem Charakter. Demnach müsste eine lange fortgesetzte Reizung des N. sympathicus eine starke und längere Zeit

---

1) l. c.

2) Ueber die Wirkung des Extractes der Calabar-Bohne und des Nicotin auf die Iris. Zeitschrift für rat. Medizin, XXIX. Bd., 1867.

3) Journal of Physiologie, VII, p. 37.

4) Pflüger's Arch. f. Physiologie, Bd. X, p. 165.

nicht verschwindende Verengerung der Pupille ergeben. In der That fand Gaskell diesen Charakter der Nachwirkung bei der Katze, nachdem er mehrere Stunden lang den Halssympathicus gereizt hatte; die Pupillenverengerung auf der Seite, auf welcher die Reizung erfolgt war, blieb auch nach dem Tode des Thieres sichtbar. Gegen diese Theorie von Gaskell erhob Heese[1]) mancherlei Einwendungen, die bereits von Arlt betont worden waren. Erstens müsste die Erweiterung der Pupille nach dem Tode in Folge Lähmung des Sphincters eine maximale sein; zweitens dürfte eine weitere Dilatation der Pupille bei künstlich mit Atropin gelähmtem Sphincter nicht hervorzurufen sein. Der Versuch zeigt aber in beiden Fällen das Entgegengesetzte.

Nach Rembold[2]) ist die Pupillenweite von der konstanten Wechselwirkung zweier im entgegengesetzten Sinne ihren Einfluss geltend machenden Kräfte abhängig; die eine davon äussert sich in Contraction des M. sphincter, die andere in der Contraction der Gefässe und der davon abhängigen verschiedenen Höhe des intravaskulären Druckes. Diese Theorie ist in Folge des Mangels einer Abhängigkeit zwischen den Veränderungen der Gefässe und des Pupillardurchmessers entschieden zu verwerfen.

Es muss hier erwähnt werden, dass manche Autoren wie z. B. Rouget, Luschka, Stellwag von Carion[3]) keine einheitliche Ursache für die Pupillenerweiterung wissen wollen, sondern fassen hiebei eine Reihe von Faktoren in's Auge: sowohl vasomotorische Wirkungen, als Elasticität des Irisgewebes, als muskulären Einfluss. Selbst solch ein objektiver Forscher, wie Bellarminow, sieht sich als Anhänger der Muskeltheorie genöthigt, reflektorische Pupillenerweiterung nach Durchschneidung des Sympathikus auf vasomotorische Wirkungen zurückzuführen, was wie wir später sehen werden, ganz überflüssig ist.

Grünhagen[4]) hat vor Kurzem eine neue Arbeit veröffentlicht,

---

1) l. c.

2) l. c. p. 48.

3) Der interokulare Druck und die Innervationsverhältnisse der Iris. 1868.

4) Dieser Aufsatz erschien, als die vorliegende Arbeit bereits im Drucke war. Ueber die Mechanik der Irisbewegung. Pflüger's Archiv, Bd. LIII, pag. 348, 1892.

in welcher er wiederum seine Theorie der Irisbewegung aufrecht zu erhalten sucht. Sich theils auf eigene Untersuchungen, theils auf die seiner Schüler stützend, glaubt er annehmen zu dürfen, dass die Pupillenerweiterung wohl hauptsächlich durch Erschlaffung des M. sphincter zu Stande kommt, dass aber auch die Erregung der Gefässmuskulatur der Iris hierbei eine wesentliche Rolle spielt. Als Beleg für seine Theorie führt er die vergleichenden Versuche mit dem Thermotonometer am isolirten Sphincterring und an einzelnen Radiärsektoren der Ciliarportion der Iris an. Während der Sphincter unter dem Einflusse niederer Temperaturgrade in Verkürzung geräth und umgekehrt — unter dem Einflusse höherer — erschlafft, bewahrt das Ciliargewebe der Iris seine Spannung unverändert bei Erwärmung und Abkühlung innerhalb der gleichen Temperaturgrenzen (0°—38° C.). Indem er auf Grund eigener histologischen Untersuchungen die Existenz eines M. dilatator bestreitet, hält er den Versuch von Bernstein nicht für beweiskräftig, welcher beim Aufsetzen der Elektroden auf die Cornea bald Verengerung, bald Erweiterung der Pupillen je nach der Richtung des Stromes erhielt. So einfach ist nach der Meinung von Grünhagen die Sache nicht, denn die Iris enthält ausser den Muskelfasern noch ein Geflecht von Nervenfasern, von deren Erregung der Erfolg im Versuche von Bernstein ausging. Gegen die Untersuchungen von Arlt und Franck führt er an, dass die zeitliche Uebereinstimmung zwischen Gefässkontraktion und Pupillendilatation nur bei Anwendung schwacher Ströme vermisst wird, dagegen bei Anwendung starker Ströme vorhanden ist. Indem er mit Gaskell die Existenz hemmender Fasern für den Sphincter iridis annimmt, glaubt er, dass das Ausbleiben der geringsten Veränderungen von Seiten der Gefässe, welche Jegorow nach Reizung der Nn. ciliares longi konstatirt hat, sich so erklären liesse, dass der Einfluss der Sphinctererschlaffer auf die Iris dem Einflusse der Vasokonstriktoren voraneile und ihn an Intensivität übertreffe.

Den Mechanismus der Wirkung der Gefässmuskulatur der Iris auf die Pupillenerweiterung stellt sich Grünhagen derart vor, dass die circulär verlaufenden Gefässröhren in Folge der Verengerung ihrer Lichtungen ihre bindegewebige Umgebung in radiärer Richtung vom frei beweglichen Pupillarrande gegen den

festen Ciliarrand hin anziehen, während die radiär verlaufenden theils in Folge ihrer Verengung die Circulärspannung in dem zwischen ihnen eingeschalteten Bindegewebe steigern, wodurch eine Ausgleichung dieser Spannung durch Nachrückung der freier beweglichen pupillenwärts gelegenen Gewebstheile angebahnt, die gleiche Radiärverkürzung also herbeigeführt wird, in die das Ciliargewebe der Iris bei Erschlaffung des Sphincters geräth, theils in Folge ihrer Längsverkürzung, zu der spiralige Anordnungen der Gefässmuskulatur, wie sie die schönen Abbildungen von Retzius für die Choroidealgefässe des Kaninchens zur Darstellung bringen, hinreichenden Anlass bietet, unmittelbar pupillendilatirend wirken (pag. 355).

Zum Schluss seiner Arbeit berichtet Grünhagen von einer kürzlich erschienenen Untersuchung von Langley und Anderson[1]), welche auf Grund ihrer Beobachtungen über Contraction einzelner Irissegmente sowie über die Veränderung der Pupille bei örtlich begrenzter Reizung des Scleralrandes die Existenz eines besonderen, von der Gefässmuskulatur unabhängigen pupillendilatirenden Muskelapparates annehmen. In Betreff von seiner histologischen Beschaffenheit sprechen sie mit Vorsicht und behalten sich eine spätere genaue Mittheilung vor.

* * *

Diese historische Uebersicht der Lehre von der Pupillenerweiterung zeigt uns, wie mannigfach sich die Ansichten der Gelehrten über diese Frage zu verschiedenen Zeiten gestalteten. Fassen wir nun den gegenwärtigen Stand dieser Lehre kurz zusammen, so müssen wir folgende Ansichten gruppenweise geordnet anführen.

I. Die einen Forscher (Balogh, Vulpian, Nawalichin, Schiff, Salkowsky, Kowalewski und dessen Schüler) versetzen das selbständige Centrum für die Pupillenerweiterung in das Schädelhirn (Medulla oblongata). Aus diesem Centrum nehmen die Pupillenerweiterer nach der einen Meinung (Salkowsky) ihren Verlauf ausschliesslich in der Richtung nach unten, d. i. ununter-

[1]) Journal of physiologie, Vol. XIII, pag. 554.

brochen durch das Rückenmark zum Halssympathicus hin. Andere dagegen (Balogh, Vulpian, Schiff, Kowalewski) lassen die Pupillendilatatoren zwei Bahnen einschlagen. Die eine geht durch die Seitenstränge des Rückenmarkes zum Halssympathicus. Die andere — eine Schädelhirnbahn — fällt nach Balogh, Vulpian, Nawalichin, Ott etc. mit dem N. trigeminus zusammen; dagegen nach Oehl und Guttmann nehmen die Schädelhirndilatatoren ihren Ursprung aus dem Ganglion Gasseri und verlassen dasselbe durch den Ramus ophthalmicus n. trigemini, endlich erblickt Bessau im N. abducens den besagten Weg für die Schädelhirndilatatoren.

II. Die zweite Gruppe von Forschern hält nur das Rückenmarkscentrum von Budge für selbständig (Guillebeau, Luchsinger). Diese Ansicht wird auch von Mayer und Pribram getheilt.

III. In Bezug auf den Verlauf der Dilatatoren vom Rückenmarke bis zum Auge ist von Budge und Salkowsky festgestellt worden, dass dieselben das Rückenmark durch die vorderen Wurzeln der 7. und 8. Hals- und 1. und 2. Brustnerven verlassen. Fr. Franck, Schiff und Schipilow lassen auch die vorderen Wurzeln der 4., 5., 6., mitunter auch des 7. Brustnerven als Dilatatorenbahn gelten. Der weitere Weg für dieselben geht durch die Rami communicantes zum ersten Brustganglion und von da durch die Ansa Wieussenii in das untere und darauf in das obere Halsganglion. Diese Ganglien verlassend gelangen die Dilatatoren in den Schädel zum Ganglion Gasseri und von da durch den Ramus ophthalmicus mit den langen Ciliarnerven am Ganglion ciliare vorüber zum Auge (Hensen und Völkers, Fr. Franck, Jegorow, Nawrocki und Przybylski).

IV. Für die sympathischen Ganglien beanspruchen die einen Forscher (Vulpian, Fr. Franck, Ott, Tuwim, Kowalewski) einen tonisirenden Einfluss auf die Pupillendilatatoren, die anderen (Schiff, Schipilow) sprechen sich mit Entschiedenheit gegen solchen Einfluss aus.

V. Die Frage von der reflektorischen Pupillenerweiterung wird ebenfalls verschieden gelöst. Nawalichin, Vulpian, Kowa-

lewski, Schiff und Foa glauben das Centrum für die Reflexübertragung im Schädelhirn lokalisiren zu müssen; Luchsinger und Guillebeau verlegen dasselbe in das Rückenmark. Nach Bechterew, Mayer und Pribram ist die reflektorische Pupillenerweiterung ein passiver Akt, welcher durch Hemmung der Thätigkeit des Pupillenverengerungscentrums zu Stande kommt. Ferner will die Mehrzahl der Forscher reflektorische Pupillenerweiterung sowohl nach Durchschneidung des N. sympathicus als nach Ausrottung des ersten Halsganglions erfolgen sehen; dem gegenüber behauptet Schiff irrthümlicherweise, dass die Integrität des Sympathicus für die reflektorische Pupillenerweiterung eine nothwendige Bedingung sei.

VI. Vom N. trigeminus nehmen Balogh, Guttmann, Oehl, Nawalichin, Vulpian, Fr. Franck und andere an, dass er selbständige pupillendilatirende Fasern enthält, andere (Gräfe) geben diesem Nerven nur eine reflektorische Wirkung auf die Pupille durch den N. oculomotorius zu. Grünhagen und seine Schüler halten an der Einwirkung des N. trigeminus auf die Pupille durch die Vasomotoren fest; endlich Budge und Eckhard erblicken im N. trigeminus selbständige pupillenverengernde Nervenfasern.

VII. Was den Einfluss der Hemisphärenrinde auf die Pupillenerweiterung betrifft, so sehen wir, dass die einen Forscher Pupillenerweiterung nur auf Reizung gewisser Hirnbezirke erhalten haben, die anderen dagegen (Bochefontaine) auf Reizung der gesammten konvexen Hirnoberfläche. Indem die einen (Bochefontaine) in der Rinde die Centren für die Pupillenerweiterung lokalisiren, vermuthen hier die anderen (Katschanowski) nur den cerebralen Ursprung des N. sympathicus. Ferrier, Bessau, Schiff, Hensen und Völkers führen die Pupillenerweiterung auf die Sensibilität dieser Bezirke zurück. Endlich behauptet Fr. Franck, dass man von hier aus bald Pupillenerweiterung, bald Pupillenverengerung je nach den Beobachtungsbedingungen hervorrufen kann. Ferner erfolgt Pupillendilatation nach Ferrier, Knoll, Katschanowski, Hensen und Völkers nur bei unverletztem N. sympathicus, dagegen geschieht diese Erweiterung nach Grünhagen, Boche-

fontaine, Bessau selbst nach Durchschneidung des Sympathicus und nach Exstirpation des Halsganglions.

Aus der Zusammenfassung der gegenwärtig herrschenden mannigfachen Lehren von der Pupillendilatation folgt, dass diese Frage durchaus nicht erledigt ist und dass manche wichtige Punkte derselben bis heute jeglichen festen Boden entbehren. Es dürften deshalb weitere diesbezügliche Untersuchungen nicht nur wünschenswerth, sondern auch nothwendig sein.

Zweiter experimenteller Theil.

Kapitel I.

Methode der Untersuchung.

Bevor wir zur Darlegung des experimentellen Theiles unserer Arbeit schritten, wollen wir die Methode, der wir uns bei unseren Untersuchungen bedient haben, einer kurzen Besprechung unterziehen. Wer sich den Mechanismus der Pupillenbewegung klarlegen will, verwendet üblicherweise zwei Methoden: die der Messung und die der Graphik. Während die erstere sich die Feststellung des absoluten Maasses des Pupillardurchmessers in jedem gegebenen Momente zur Aufgabe gemacht hat, sucht die letztere den qualitativen und quantitativen Charakter der gesammten Pupillarbewegung zu bestimmen. Hierauf erhellt zur Genüge, dass die letztgenannte Methode nicht unbedeutende Vorzüge vor der Ersteren hat. Donders gebührt das Verdienst zuerst die graphische Methode gehandhabt zu haben und zwar in der Weise, dass er die Momente der Pupillenveränderung vermittelst eines leichten Hebels, der durch das Schliessen des elektrischen Stromes in Bewegung versetzt wurde, auf der berussten Schreibfläche einer rotirenden Trommel aufzeichnete. Solcher Methoden, wo die Momente der Veränderung des Pupillendurchmessers nach dem Augenmaasse auf der rotirenden Trommel registrirt wurden, bedienten sich, nur mit gewissen Umänderungen, Arlt jun. und Fr. Franck. Wenn es Fr. Franck trotzdem gelungen war wichtige Resultate zu erzielen, so spricht das keineswegs zu Gunsten dieser Methode, welche vielmehr ihrer Aufgabe nicht gerecht wird und nicht im mindesten dem entspricht, was man in der Physiologie unter der graphischen Methode zu verstehen hat. Denn die graphische Methode ist bemüht den Beobachter vollständig bei Seite zu lassen resp. seine Thätigkeit bis auf ein Minimum dadurch zu reduciren, dass der

Apparat selbst die Registrirung gewisser Erscheinungen besorgt. Anders ist es mit der Methode bestellt, welche verschiedene Momente der Pupillenbewegung nach dem Augenmaasse aufzeichnet. Weil hier viele Fehlerquellen für die Befunde entstehen, kann eine solche Methode keine Ansprüche auf wissenschaftliche Genauigkeit erheben. Es muss daher die photographische Methode von Bellarminow zweifellos als erste streng wissenschaftliche graphische Methode anerkannt werden. Seine Photokoreograph giebt in genauester Weise alle Phasen der Pupillenbewegung und deren feinste Schwankungen wieder. Da wir diesen Apparat benützt haben, lassen wir gleich eine Beschreibung desselben folgen.

Der Apparat von Bellarminow besteht aus einer gewöhnlichen photographischen Kammer (*A*) mit einem Objektiv (*O*) von 4 cm im Durchmesser und 15 cm Entfernung des Brennpunktes, und einem hölzernen Kasten (*B*). Die vordere Wand des Kastens ist herausschiebbar; hinter derselben befindet sich eine Kautschukplatte (*N*) mit einer senkrecht liegenden Spalte von $^1/_2$ mm Breite (*f*). Im Kasten sind drei drehbare Cylinder angebracht, von denen die zwei hinteren (*x* und *y*) unbeweglich befestigt sind, der vordere aber auf einer massiven Metallplatte angebracht ist. Die Platte läuft in einen Stift aus, der durch die hintere Wand des Kastens hindurchgeht, wo er mittelst der Schraube (*u*) hineingeschoben oder herausgezogen werden kann, indem auf diese Weise der Cylinder (*z*) der Spalte der Kautschukplatte näher gebracht oder von derselben entfernt wird. Auf einem der hinteren Cylinder (*y*) wird Brom-Silberpapier aufgewickelt, von da um den vorderen Cylinder (*z*) geschlungen, welcher so nahe an die Platte herangeschoben wird, dass zwischen ihm und der Platte nur so viel Raum nachbleibt, dass das Papier zwischen ihnen kaum durchgehen kann, welches vom vorderen Cylinder wieder um den zweiten hinteren Cylinder (*x*) weiter aufgewickelt wird. Das obere Ende dieses letzteren Cylinders ist mittelst eines Stiftes (*S*), welcher durch den Deckel des Kastens geht, mit dem Kreise (*T*) verbunden, der durch einen Uhrmechanismus mit Hilfe eines endlosen Riemens in Bewegung gesetzt wird. Auf dem Kreise sind Einschnitte gemacht, um dem Cylinder beliebige Geschwindigkeit mitzutheilen. Im Brennpunkt der Kammer befindet sich eine Platte aus mattgeschliffenem Glase in einer Einfassung (*C*), auf welcher ein vertikaler Strich angebracht ist. In der Mitte wird dieser Strich durch eine horizontale Linie getheilt, welche in Millimeter eingetheilt ist. Die Platte kann herausgeschoben und an ihre Stelle der hölzerne Kasten mit seinen Cylindern hineingesetzt werden. Der Kasten ist so eingerichtet, dass falls er in die Kammer eingestellt wird, die Kautschukplatte mit der vertikalen Spalte sich genau in der-

selben Ebene befindet wie die gläserne mit den Strichen, d. h. im Brennpunkte des Objektivs.

Der Apparat wird nun so hingestellt, dass der vertikale Durchmesser des Pupillenbildes mit der vertikalen Linie der matten Platte und der horizontale Pupillendurchmesser mit der horizontalen Linie der Platte zusammenfällt. Wenn man jetzt an Stelle der Platte den mit Brom-Silberpapier versehenen Kasten (*B*) stellt, so wird sich durch die vertikale Spalte der Kautschukplatte auf

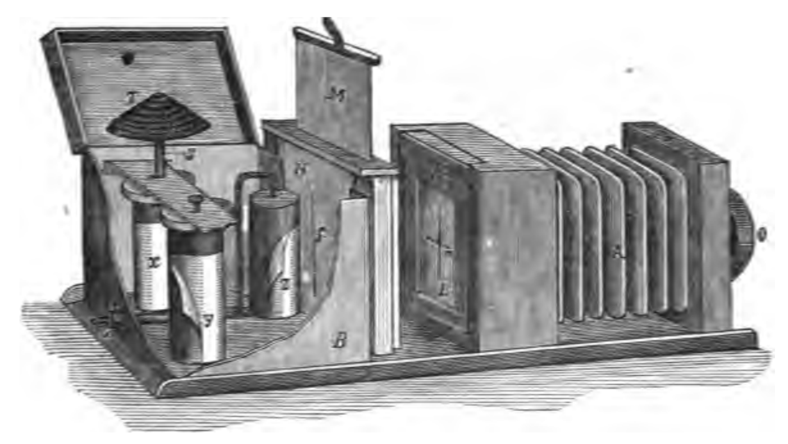


Abb. 1.

A Kammer. *O* Photographisches Objektiv. *C* Mattgeschliffene Glasplatte in der Einfassung. *f* Senkrechter Strich auf derselben. *m* Horizontaler Strich mit Eintheilung in mm und $^1/_2$ mm. *B* Kasten, welcher an Stelle der Glasplatte gesetzt wird (die Hinterwand und eine Seitenwand des Kastens sind behufs Besichtigung der in demselben enthaltenen Theile weggelassen). *M* Herausziehbare Wand. *N* Kautschukplatte mit der Spalte. *x, y, z* Drehbare Cylinder mit dem um dieselben gewickelten Brom-Silberpapier. *S* Stift, der durch den Deckel des Kastens geht. *T* Kreis mit Einschnitten für den endlosen Riemen. Hier ist er der Vollständigkeit der Zeichnung wegen hingezeichnet, in der That aber befindet er sich über dem Deckel des Kastens. *u* Schraube zur Entfernung des Cylinders *Z*.

dem Brom-Silberpapier ein vertikaler Streifen abbilden, dessen Breite der Breite der Spalte entspricht und der aus Segmenten der Pupille, der Iris, der Conjunktiva, der Sclera, der Augenlider und so weiter bestehen wird. Jeder einzelne dieser Ausschnitte wird, da er eine verschiedene Menge chemisch wirkender Strahlen reflektirt, auf das in der Ebene des Brennpunktes des Objektivs sich bewegende Brom-Silberpapier einen hellen oder dunklen Streifen werfen. Dementsprechend wird die Iris einen dunklen Streifen geben; die Pupille, welche keine Lichtstrahlen reflektirt, einen

hellen; die Sklera einen sehr dunkeln Streifen; die Augenlider und die umliegenden Theile eine Reihe peripherischer Streifen. Mit der Veränderung des Pupillendurchmessers wird sich auch die Breite des mittleren, der Pupille entsprechenden, hellen Streifens verändern. Die in dieser Weise erhaltenen Photogramme zeigen nicht nur die minimalsten Schwankungen des Pupillendurchmessers, dessen Grösse in jedem gegebenen Momente leicht messbar ist, sondern auch alle Phasen und charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Pupillenbewegung.

Auf folgende Details in der Einrichtung des Apparates soll hier hingewiesen werden, da uns die Hinstellung desselben nicht geringe Mühe und Zeit gekostet hat. Es soll besonders darauf geachtet werden, dass die vertikale Spalte der Kautschukplatte genau der vertikalen Linie der matten Platte entspreche, ferner soll das Brom-Silberpapier sorgfältig um die Cylinder aufgewickelt sein und bei seiner Bewegung kaum die vertikale Spalte berühren. Es ist weiter nothwendig, dass die Cylinder vom Uhrwerke in ganz gleichmässige, leichte Bewegung ohne Sprünge und Stillstände versetzt werden. Dies wird erreicht, wenn 1. der Uhrmechanismus auf gleicher Höhe und in paralleler Ebene mit dem vom endlosen Riemen umgebenen Metallkreise sich befindet; 2. wenn die Cylinder sehr stabil sind und keine Abweichung zur Seite möglich ist. Bei ungleichmässiger Bewegung der Cylinder erhält man auf dem Brom-Silberpapier eine Reihe die Klarheit beeinträchtigender Streifen. Damit das Brom-Silberpapier bei der Rückbewegung der Cylinder sich nicht abwickelt, haben wir den Stift des hinteren Cylinders mit zwei kleinen Zackenrädern in Verbindung gesetzt und letztere an der unteren Deckelfläche des hölzernen Kastens befestigt. Diese Vorrichtung gestattet den Cylindern bei geschlossenem Kasten sich nur in einer Richtung zu bewegen. Das Brom-Silberpapier wird in den Kasten entweder in einem absolut dunkeln Zimmer oder beim Lichte von einer rothen Laterne hineingebracht. Sowohl der Kasten als die Kammer müssen für Lichtstrahlen undurchdringlich sein. Endlich ist noch hervorzuheben, dass die Genauigkeit der zu erhaltenden Kurven des Pupillendurchmessers sich in voller Abhängigkeit von der absoluten Unbeweglichkeit des Apparates und dessen Bestandtheile befindet; damit die geringsten Bewegungen des Apparates vermieden werden, wird der Apparat stark auf einem massiven Tische befestigt.

Gleichzeitig mit den Veränderungen des Pupillendiameters werden auf demselben Brom-Silberpapier auch die Zeit (die Sekunden) und die Momente der Reizung vermerkt.

Die Zeit wurde vermittelst eines genauen Metronomes registrirt, welches einerseits nach jeder Sekunde oder jedem Sekundentheile

den Strom schloss und öffnete, andererseits mit dem Signal électrique von Bowditsch (vom Kymographion Ludwig) in Verbindung gesetzt war, dessen weisses Hebelchen in der Ebene der Pupille in horizontaler Richtung oberhalb oder unterhalb der Pupille stehend, das Chronogramm aufzeichnete.

Die Momente des Anfanges und des Endes der Reizung wurden ebenfalls mit Hilfe eines solches Hebelchens vermerkt. Letzteres wurde horizontal in der Ebene der Pupille gestellt und durch einen Elektromagneten in Bewegung versetzt. Der doppelte Schlüssel von Du-Bois-Reymond schloss und öffnete den Strom gleichzeitig in der Kette des Elektromagneten und im Induktorium von Du-Bois-Reymond.

Zur Untersuchung mit Hilfe der photographischen Methode scheint uns die Katze das geeignetste Thier zu sein; eben deshalb, weil ihre schwarze Pupille und sehr helle Iris die deutlichsten Abbildungen geben, andererseits, weil die Pupille der Katze sehr energisch auf jeden Reiz reagirt. Weisse Kaninchen sind auch tauglich, denn ihre rothe Pupille reflektirt sehr wenige chemisch wirkende Strahlen. Von Hunden sind nur diejenigen brauchbar, welche eine sehr helle Iris besitzen, solche finden sich aber sehr selten. Zu unseren Versuchen benützten wir am häufigsten die Katze; nur ein Theil unserer Versuche wurde an Kaninchen und Hunden angestellt. Die zum Photographiren verwendeten Thiere wurden sämmtlich curaresirt, weil bei der Ausführung der Versuche nach dieser Methode absolute Unbeweglichkeit des Auges und des ganzen Thieres nothwendige Bedingung ist. Zu diesem Zwecke wurden die Versuchsthiere auf einem speziell dazu konstruirten Apparate festgebunden. Nach Ausführung der Tracheotomie wurde ihnen in die Vena jugularis externa Curare injicirt und künstliche Respiration eingeleitet. Auf absolute Fixirung des Kopfes durch Anbinden wurde besonders geachtet. Die Lider wurden durch einen Federblepharostat auseinandergehalten. Um das Vortreten des dritten Lides, welches für die Untersuchung störend ist, zu beseitigen, wurde das dritte Lid vollständig excidirt, um so mehr als die Untersuchung der Innervation desselben nicht im Bereiche unserer Aufgabe lag. Um die Hornhaut vor dem Vertrocknen zu schützen, wurde dieselbe von Zeit zu Zeit aus einer Pipette mit einer 0,6% Kochsalzlösung berieselt. Damit auf dem Brom-Silberpapier keine Nebenstreifen von den Augenlidern und den umliegenden Theilen auftreten, wurden dieselben mit Schwarz bestrichen. Zur Beleuchtung ist nur das Sonnenlicht zu verwerthen. Alle Arten von künstlicher Beleuchtung, die wir geprüft haben, waren untauglich. Das elektrische Licht einer kleinen Lampe erwies sich als unbrauchbar und gute elektrische Beleuchtung war

nicht zur Hand. Derartige Experimente sollen nur an Sonnentagen, ja nicht bei zweifelhaftem Wetter vorgenommen werden, denn die Resultate der schwierigsten Operationen und die combinirtesten Vorbereitungen können, wie wir selbst erfahren haben, durch eine plötzliche Aenderung des Wetters, während des Experimentes fruchtlos verloren gehen. Die Sonnenstrahlen wurden vermittelst eines Reflektors oder eines Heliostates in das Auge gelenkt. Helle Beleuchtung hindert das Auftreten der Pupillarreflexe selbst auf minimalste Reize nicht. Darauf wurde von Bellarminow und noch früher von Bechterew hingewiesen, welcher letzterer sich überzeugt hatte, dass reflektorische Pupillenerweiterung bei heller Beleuchtung des Auges besonders stark ausgesprochen ist. Wir haben bei diffusem Sonnenlichte keine klaren Photogramme erhalten können, wie das bei Bellarminow der Fall war; vielleicht wegen der geringeren Empfindlichkeit des von uns benützten Brom-Silberpapieres. Als bestes Brom-Silberpapier erwies sich das von Warnerke in Petersburg, während das uns zugestellte Papier der Pariser Firma von Huttinet von niederer Qualität war. Von uns wurde ausschliesslich das erstere angewendet.

Zum Photographiren wird der Apparat so hingestellt, dass das Bild der Pupille auf die matte Platte fällt und dass das Centrum der Pupille sich im Durchschnittspunkte der auf der Platte abgebildeten Linie befindet, was man nach den Theilstrichen auf dem horizontalen Striche leicht kontrolliren kann. Man muss hierbei darauf achten, dass der helle Reflex von der Hornhaut nicht auf die vertikale Linie falle, denn er giebt auf der der Pupille entsprechenden Kurve einen scharfen schwarzen queren Streifen. Zu diesem Zwecke wird das Licht am besten von der Seite her in's Auge reflektirt. Nachdem man sich überzeugt hat, dass bei dieser Hinstellung das Bild der Pupille auf der matten Glasplatte am allerdeutlichsten ist, wird die Platte herausgenommen und an ihre Stelle der oben beschriebene Kasten mit dem drehbaren Brom-Silberpapier hineingesetzt. Die vordere Wand des Kastens wird herausgeschoben und der Uhrmechanismus in Bewegung gesetzt. Auf dem sich bewegenden Brom-Silberpapiere erhält man jetzt durch die vertikale Spalte der Kautschukplatte die Abbildungen der entsprechenden Segmente der Pupille und der Iris, ebenso der im Gebiete der Pupille aufgestellten Signale.

Zur Entwickelung der erhaltenen Bilder wird das Brom-Silberpapier in der später zu schildernden Weise behandelt. Von allen von uns geprüften Entwicklern erscheint das oxalsaure Eisen am brauchbarsten. Im Interesse der Erleichterung für diejenigen, die sich dieser Methode in Zukunft bedienen werden, lassen wir hier

die Beschreibung der von Warnerke empfohlenen Entwickelungsmethode des Brom-Silberpapiers folgen.

Es werden folgende Lösungen vorher hergestellt und vorräthig gehalten.

A. Oxalsaures Kali (neutrales Salz) in (nicht kalkhaltigem) Wasser gelöst.

B. Schwefelsaures Eisen (Eisenvitriol) in Wasser gelöst mit Zusatz von einem Krystalle Citronensäure.

C. 10 % Lösung von Bromkali.

D. 2 % Wasserlösung von Essigsäure.

E. 20 % Lösung von unterschwefligsaurem Natron mit Zusatz einer geringen Menge von gewöhnlichem Kaliumalaun.

Die Lösungen A. und B. müssen gesättigt sein, was am besten erreicht wird, wenn man zuerst in das Gefäss mehr vom Salze hineinbringt als sich lösen kann und später nach dem Maasse des Verbrauches der zu lösenden Substanz Wasser zugiesst. Auf diese Weise wird das Wägen unnöthig. Die Lösung A. kann leicht sauer sein, nicht aber alkalisch.

Zur Herstellung des Entwicklers wird genommen: (z. B. auf 30 cm Papier) 60 ccm von der Lösung A., 10 ccm von B. und 10—20 Tropfen von C.

Indem man zur Entwickelung vorschreitet, wird der Bogen Brom-Silberpapier mit der Emulsionsseite nach oben auf den Boden der Cuvette gelegt und mit Wasser so lange übergossen, bis das Papier gleichmässig durchtränkt ist und am Boden der Cuvette haften bleibt. Darauf übergiesst man das Papier mit dem Entwickler und schaukelt die Cuvette so lange, bis das Bild vollständig zum Durchbruch kommt. Es muss hier bemerkt werden, dass die Entwickelung gegen Ende des Processes rascher vor sich geht und selbst dann fortdauert, wenn der Entwickler bereits abgegossen ist; es müssen daher alle Lösungen, um keinem Hinderniss und in Folge dessen keiner Ueberentwickelung zu begegnen, unverzüglich zur Hand sein. Nach Abgiessung des Entwicklers wird das Bild im Laufe von 3—5 Minuten mit der frischen Lösung D. behandelt. Letztere wird zwei Mal auf- und abgegossen und darauf eine Auswaschung mit Wasser, etwa fünf Mal im Laufe von 10 Minuten wiederholt vorgenommen. Zur Fixirung hält man das Bild in der Lösung E. mindestens 15 Minuten, dann folgt eine gründliche Auswaschung, wobei das Wasser etwa sechs Mal in einer Stunde gewechselt wird.

Nach der Auswaschung wird die Papieroberfläche (im Wasser) mit den Fingern oder mit dem Pinsel oder mit Watte zur Entfernung des Anfluges abgerieben, welcher aus dem in der Fixage befindlichen Schmutze, Wasser, Kalk oder Schwefel besteht.

Das Bild auf dem Brom-Silberpapier tritt schärfer hervor, wenn man ihm Glanz verleiht, indem man das Papier auf einem mit Talk eingeriebenen Glase oder auf einer besonderen sogenannten Ferrotypplatte trocknen lässt. Zum Einreiben des Glases mit Talk wird eine reine Spiegelglasplatte mit einem Stückchen Watte leicht mit Vaselin bestrichen, darauf wird ein anderes Stückchen reiner Watte in das Talkpulver eingetaucht und damit in Kreisen das mit Vaselin eingefettete Glas bestreut und eingerieben, bis der Talk mit dem Auge nicht zu sehen ist. Nach der endgültigen Auswaschung wird das Papier auf die in eben erwähnter Weise hergestellte Oberfläche aufgelegt, die überflüssige Feuchtigkeit mit Fliesspapier aufgesaugt und das Papier mit einem Kautschuklineal auf das Glas aufgepresst, damit zwischen dem Papier und dem Glase, resp. der Ferrotypplatte keine Luftbläschen auftreten. Das Trocknen darf nicht an einem heissen Orte stattfinden; dann lässt sich das Papier leicht abziehen und erhält einen schönen Glanz.

Kapitel II.

Untersuchungen über die Pupillendilatatorenbahnen.

A. Die Grundtypen der Pupillenerweiterung.

Versuch 1. 15/III. 92[1]). Ein grosser grauer Kater mit hellgelber Iris. Nach der Chloroformnarkose werden bei ihm Vena jugularis externa dextra, der rechte Halssympathicus und der linke N. ischiadicus abpräparirt und darauf die Tracheotomie ausgeführt. Nachdem sich das Thier von der Narkose völlig erholt hat, wird ihm in die Vene 1,5 ccm einer $^1/_2$%igen Curarelösung injicirt und künstliche Athmung eingeleitet. Alsdann wird das rechte Auge des Thieres so vor den photographischen Apparat hingestellt, dass der lange Pupillardurchmesser perpendikulär zur vertikalen Spalte des Apparates zu stehen kommt. Zur Reizung wird der unterbrochene Strom des grossen Du-Bois-Reymond'schen Induktoriums, von der Stärke eines Bunsen'schen Elementes (ohne Kern aus weichen Eisendrähten) angewandt.

Es wird auf dem Bromsilberpapier registrirt:

1. Reizung des Kopfendtheiles des durchschnittenen rechten Halssympathicus beträgt 2,03 Sek. Die Pupille erweitert sich schnell von 2,3 bis auf 9,6 mm. Die Periode der latenten Reizung — 0,41 Sek. Das Maximum der Erweiterung er-

1) Unsere Versuche führen wir nicht in chronologischer Reihenfolge, sondern gruppenweise geordnet an.

folgt nach 1,8 Sek. Die Dauer der gesammten Erweiterung circa 20 Sek. (siehe Abb. 2). Der Apparat wird vor dem linken Auge aufgestellt.

Es wird registrirt:

2. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen linken N. ischiadicus beträgt 2,6 Sek. Die Erweiterung der Pupille von 3 bis 9,4 mm. Die Latenzperiode — 0,46 Sek. Gleich nach Unterbrechung der Reizung tritt eine geringe Verengerung ein, welche alsbald in noch stärkere Erweiterung als vorher übergeht. Das Maximum der Erweiterung nach 7,7 Sek. Die Dauer des gesammten Erweiterungsactes — 17 Sek. (siehe Abb. 3).

Die Entfernung zwischen den Spiralen des Induktoriums betrug sowohl bei Reizung des N. sympathicus als bei der des N. ischiadicus 150 mm[1]).

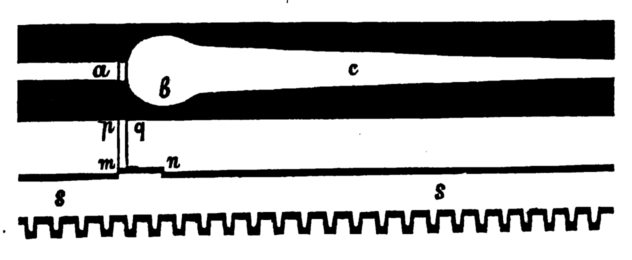


Abb. 2.

a Pupille nach Durchschneidung des N. sympathicus. *b* Maximale Erweiterung nach Reizung des N. sympathicus. *c* Allmähliche Verengerung bis zur Norm. *m* Moment des Anfanges der Reizung. *n* Ende der Reizung. *pq* Periode der latenten Reizung. *ss* Sekunden. Pupille von natürlicher Grösse.

Nach der Entwickelung des Papieres erhielten wir sehr klare Abbildungen die hier mit No. 2 und No. 3 bezeichnet sind.

Betrachten wir diese Photogramme, so sehen wir, dass jede ihre typischen Eigenthümlichkeiten besitzt. Die Erweiterung auf Reizung des Sympathicus charakterisirt sich durch eine kurzdauernde Latenzperiode, steiles Ansteigen, schnellen Eintritt des Maximums der Erweiterung, schnellen Rückgang zur Norm und geringe Dauer der ganzen Erweiterungsphase. Dagegen unterscheidet sich die Erweiterung auf Reizung des sensiblen Nerven (N. ischiadicus) durch eine etwas länger dauernde Latenzperiode, dadurch, dass auf die primäre Erweiterung eine geringe Verengerung folgt, die sofort

[1]) Im Nächstfolgenden ist die Entfernung zwischen den Spiralen mit dem Buchstaben *i* bezeichnet.

nach Unterbrechung der Reizung beginnt und durch sekundäre Erweiterung ersetzt wird. Letztere gleicht sich ganz allmählich bis zur Norm aus, nachdem sie ihr Maximum erreicht hat. Auf die Eigenthümlichkeiten dieser beiden Erweiterungsformen wurde bereits von Bellarminow hingewiesen, welcher die erste Form als „Typus der direkten Erweiterung", die zweite als „Typus der reflektorischen Erweiterung" bezeichnet. Die charakteristischen Merkmale dieser Erweiterungstypen sind keineswegs zufälliger Natur, vielmehr treten sie so constant auf, dass der alleinige Anblick der Photogramme zur Entscheidung genügt, ob die Erweiterung auf Reizung des sympathischen oder irgend eines sensiblen Nerven erfolgt war. Demnach erscheint uns ein solches Auseinanderhalten der Erweiterungstypen zweckmässig und werden wir uns in dem Nächstfolgenden an dieselben halten.

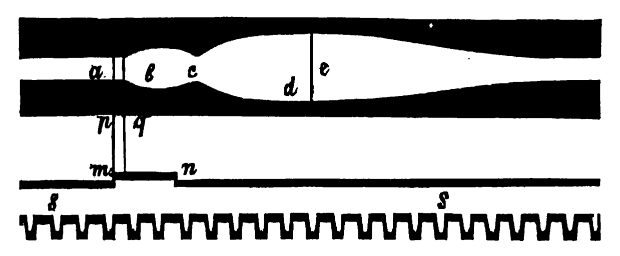


Abb. 3.

a Pupille nach Durchschneidung des linken N. ischiadicus. *b* Primäre Erweiterung auf Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus. *c* Verengerung der Pupille nach Unterbrechung der Reizung. *d* Sekundäre Erweiterung. *e* Maximum der Erweiterung. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung. *pq* Latenzperiode. *ss* Sekunden. Pupille von natürlicher Grösse.

B. Versuche zur Bestimmung des Verlaufes der Pupillendilatatoren bei Säugethieren.

a) Der Weg vom Rückenmarke bis zum R. ophthalmicus n. trigemini.

Versuch 2. 23/IX. 92. Eine Katze mit gelbblauer Iris. Nach Injection in die Vena jugularis externa von 1,5 ccm einer $^1/_2$ %igen Curarelösung wird die Tracheotomie ausgeführt und künstliche Athmung eingeleitet. Darauf wird die linke Thoraxhälfte eröffnet, die Rami communicantes der 7., 8. Hals- und 1.—6. Brustnerven unterbunden und durchschnitten und das linke Auge vor dem Apparate hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Auf Reizung des peripheren Segmentes des R. communicans des 7. Halsnerven erweitert sich die Pupille von 3,5 bis 8,9 mm.
2. Auf Reizung des peripheren Segmentes des R. communicans des 8. Halsnerven — erweitert sich die Pupille von 4,0 bis 8,3 mm.
3. Auf Reizung des R. communicans des 1. Brustnerven erweitert sich die Pupille von 4,0 bis 8,5 mm.
4. Auf Reizung des R. communicans des 2. Brustnerven erweitert sich die Pupille von 4,0 bis 8,7 mm.

Bei diesen Beobachtungen ist i überall gleich 150 mm.

5. Auf Reizung der peripheren Segmente des R. communicantes des 3., 4., 5. und 6. Brustnerven vermittelst eines Stromes von gleicher oder grösserer Stärke erfolgt gar keine Veränderung des Pupillendiameters ($i = 150$ mm bis 50 mm).

Es wird der vordere Ast der Ansa Wieussenii unterbunden und durchschnitten.

6. Auf Reizung des peripheren Segmentes des vorderen Astes der Ansa Wieussenii erfolgt maximale Erweiterung von 2,15 bis 10,8 mm ($i = 150$ mm) (siehe Abb. 4).

Es wird zwischen zwei Ligaturen der hintere Ast der Ansa Wieussenii durchschnitten.

7. Reizung des peripheren Segmentes des hinteren Astes der Ansa Wieussenii bleibt ohne Erfolg ($i = 50$ mm).
8. Auf Reizung des centralen Segmentes des hinteren Astes der Ansa Wieussenii erweitert sich die Pupille von 5,0 bis 8,0 ($i = 150$ mm).

Die hier erhaltenen Photogramme zeigen die typischen Eigenthümlichkeiten der direkten Erweiterung (sieh Abb. 4). Eine Ausnahme hieraus bildet die Kurve, welche der Reizung des centralen Endes des hinteren Astes der Ansa Wieussenii entspricht, denn ihre Form ist für den Typus der reflektorischen Erweiterung charakteristisch.

V e r s u c h 3. 3/X. 92. Eine Katze mit hellgelber Iris. Nach Injection in die Vena jugularis externa von 2,0 ccm einer $^1/_2$%-igen Curarelösung wird künstliche Athmung eingeleitet, der linke N. sympathicus abpräparirt, die linke Thoraxhälfte eröffnet und darauf die Rami communicantes der 5., 6., 7. und 8. Hals- und 1. und 2. Brustnerven dicht an der Wirbelsäule durchschnitten. Das linke Auge wird vor dem Apparate hingestellt und es wird registrirt:

1. Reizung des Ramus communicans des 5. Halsnerven ergiebt keine Veränderung des Pupillardurchmessers.

2. Reizung des Ramus communicans des 6. Halsnerven ebenfalls keine Veränderung des Pupillendurchmessers.

   In beiden Fällen ist $i = 50$ mm.

3. Auf Reizung der Rami communicantes der 7, und 8. Hals- und 1. und 2. Brustnerven erfolgt Pupillenerweiterung ($i =$ 150 mm).

Die beiden Aeste der Ansa Wieussenii werden unterbunden und durchschnitten.

4. Auf Reizung des peripheren Segmentes des vorderen Astes folgt starke Pupillenerweiterung von 4,2 bis 11,5 mm.
5. Auf Reizung des peripheren Segmentes des hinteren Astes der Ansa Wieussenii ist keine Spur von Erweiterung zu bemerken.

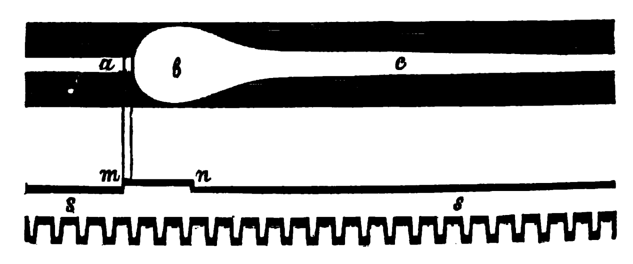


Abb. 4.

a Pupille nach Durchschneidung der Rami communicantes vom 7. Hals- bis zum 6. Brustnerven wie auch nach Durchschneidung des vorderen Astes der Ansa Wieussenii. *b* Maximale Erweiterung auf Reizung des peripheren Segmentes des vorderen Astes der Ansa Wieussenii. *c* Verengerung bis zur Norm. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung. *pq* Latenzperiode. *ss* Sekunden. Pupille von natürlicher Grösse.

Es wird der linke N. vertebralis abpräparirt und durchschnitten.

6. Reizung des peripheren Segmentes des N. vertebralis ergiebt keinen Erfolg.
7. Auf Reizung des centralen Segmentes erweitert sich die Pupille von 3,7 bis 6,3 mm.

Die hierbei erhaltenen Photogramme zeigen in sämmtlichen Fällen die charakteristischen Merkmale der direkten Erweiterung; die Beobachtung No. 7 allein ergab auf Reizung des centralen Segmentes des N. vertebralis den Typus der reflektorischen Pupillenerweiterung, ähnlich der auf Abb. 3.

Versuch 4. 7/X. 92. Ein grosser grauer Kater mit hellblauer Iris wird tracheotomirt. In die linke Vena jugularis externa wird 2,0 ccm einer $1/2$%oigen Curarelösung eingespritzt. Künstliche Athmung. Abpräparirung des linken N. sympathicus, Eröffnung

der Brusthöhle von der linken Seite. Das linke Auge wird vor den Apparat hingestellt. Die beiden Aeste der Ansa Wieussenii werden in eine Ligatur genommen und durchschnitten.

Es wird registrirt:

1. Auf Reizung des peripheren Segmentes des vorderen Astes der Ansa erweitert sich die Pupille von 5,4 bis 10,1 mm ($i = 140$ mm).
2. Auf Reizung des peripheren Segmentes des hinteren Astes der Ansa kein Erfolg ($i = 70$ mm).
3. Reizung des centralen Segmentes des hinteren Astes ergiebt eine geringe Erweiterung von 5,0 bis 6,2 mm ($i = 150$ mm).

Es wird der linke N. vertebralis isolirt und zwischen zwei Ligaturen durchschnitten.

4. Reizung des peripheren Segmentes des N. vertebralis bleibt ohne Erfolg ($i = 50$ mm).
5. Reizung des centralen Segmentes desselben Nerven — Pupillenerweiterung von 4,0 bis 6,1 mm ($i = 100$ mm).

Es werden die Rami communicantes vom 4. Hals- bis zum 4. Brustnerven unterbunden und durchschnitten.

6. Reizung der R. communicantes der 4., 5. und 6. Halsnerven — erfolglos.
7. Reizung der R. communicantes der 7. und 8. Hals- und der 1. und 2. Brustnerven ergiebt Pupillenerweiterung.
8. Auf Reizung der R. communicantes der 3. und 4. Brustnerven verändert sich die Pupille nicht.

Die erhaltenen Abbildungen zeigen den Typus der direkten Erweiterung; nur die Erweiterung auf Reizung des N. vertebralis und des hinteren Astes der Ansa Wieussenii ist reflektorischer Natur.

Die hier angeführten Versuche gestatten uns den Schluss, dass die Pupillendilatatoren mit den Rami communicantes des 7. und 8. Hals- und 1. und 2. Brustnerven verlaufen. Obgleich dieses Ergebniss den Beobachtungen von Franç. Franck widerspricht, welcher fand, dass die Pupillendilatatoren das Rückenmark durch die Rami communicantes der 4. unteren Hals- und der 5., 6., zuweilen 7. oberen Brustnerven verlassen, so stimmt es doch genau mit dem Befunde von Nawrocki und Przybylski überein. In Bezug auf den weiteren Verlauf der Pupillendilatatoren zeigen unsere Versuche, dass dieselben aus dem Gang. thoracicum supremum mit dem vorderen Aste der Ansa Wieussenii gehen, während der hintere Ast der Ansa nur reflektorisch in Folge Reizung der in demselben enthaltenen sensiblen Fasern Pupillenerweiterung erzeugt. Dasselbe gilt vom N. vertebralis, der durchaus keine Pupillendila-

tatoren enthält. Die Erweiterung der Pupille, welche auf Reizung seines centralen Segmentes eintritt, ist reflektorischer Natur.

Versuch 5. 20/IX. 92. Bei einer Katze mit gelber Iris werden der rechte N. sympathicus und das oberste sympathische Halsganglion abpräparirt. In die Vena jugularis externa wird 1,5 ccm Curarelösung injicirt. Künstliche Respiration. Das rechte Auge steht vor dem Apparate.

Es wird registrirt.

1. Auf Reizung des oberen Endes des durchschnittenen N. sympathicus erweitert sich die Pupille von 1,0 bis 7,6 mm (i = 150 mm).

Es werden die vom Ganglion cervic. suprem. aufwärts verlaufenden sympathischen Aestchen abpräparirt.

2. Auf Reizung des zur Carotis hinziehenden Astes ist kein Erfolg wahrzunehmen.
3. Reizung des zum Schädel aufsteigenden Astes ergiebt maximale Erweiterung der Pupille von 1,1 bis 7,3 mm (i = 150 mm).

Da die Katze sich zu bewegen begann, wurde noch 0,5 ccm Curarelösung injicirt. Darauf wurde zur Trepanation des Schädels geschritten: ein tiefer Schnitt bis zum Knochen wird am oberen Insertionsrande des rechten M. temporalis geführt; der Muskel wird zusammen mit dem Periost vom Knochen gelöst und nach aussen umgeklappt. Jetzt wird die Trepanation ausgeführt und das Loch mit der Knochenscheere erweitert. Zur Sistirung der Blutung aus der Diploë wird ein Gemisch aus Wachs und Fett angewandt, mit welchem man die Knochenporen mit den Fingern verstopft. Als die rechte Hemisphäre genügend entlösst war, wurde das Gehirn etwas emporgehoben und der Ramus ophthalmicus n. trigemini vor dem Ganglion Gasseri durchschnitten (die vollständige Durchschneidung desselben wurde später bei der Autopsie konstatirt). Die rechte Pupille verengert sich stark. Damit dieser Effekt der Reizung, welcher durch die Durchschneidung selbst verursacht worden ist, die Beobachtung nicht stört, wird das Thier eine halbe Stünde lang ruhig liegen gelassen. Zur Verhinderung der Abkühlung des Gehirns, wird das letztere mit warmen feuchten Wattebäuschen bedeckt. Nach einer halbstündigen Pause wird das rechte Auge vor dem Apparate hingestellt.

Es wird registrirt:

4. Auf Reizung des oberen Endes des Halssympathicusstammes vermittelst eines schwachen Stromes erfolgt keine Veränderung der Pupille (i = 150 mm).
5. Auf Reizung desselben Sympathicusendes vermittelst eines starken Stromes — kein Erfolg (i = 20 mm).

Die auf Abb. 5 aufgezeichnete Kurve zeigt, dass auf Reizung des Halssympathicus nach Durchschneidung des R. ophthalmicus keine Veränderung der Pupillenweite stattfindet.

Versuch 6. 21/XI. 92. An einem schwarzen grossen Kater mit heller Iris wird der Versuch 5 wiederholt. Das Resultat war dasselbe.

Aus den obigen Versuchen ist ersichtlich, dass die Pupillendilatatoren nach dem Austritt aus dem Ganglion cervicale supr. sich von dem zur Carotis gehenden Aste trennen und als ein besonderes Aestchen in den Schädel zum Ganglion Gasseri und von da mit dem Ramus ophthalmicus n. trigemini zum Auge gelangen. In der That gelingt es nicht mehr nach Durchschneidung des Ram. ophthalmicus am Ganglion Gasseri auf Reizung des Halssympathicus Pupillenerweiterung hervorzurufen.

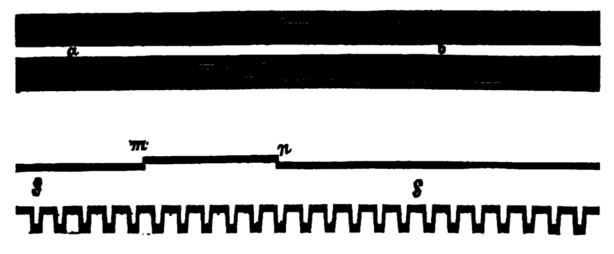


Abb. 5.

a Pupille nach Durchschneidung des R. ophthalmicus. *b* Pupille nach Reizung des oberen Endes des durchschnittenen Halssympathicus mittelst eines starken Stromes. *m* und *n* Beginn und Ende der Reizung. *ss* Sekunden. Pupille von natürlicher Grösse.

Diese Thatsache wurde bereits durch alte Versuche von Budge und Waller festgestellt und darauf von Balogh und Fr. Franck bestätigt, dagegen von Bessau, welcher nach Durchschneidung des R. ophthalmicus auf Reizung des Halssympathicus Pupillenerweiterung erhielt, in Abrede gestellt. Unsere Versuche sprechen gegen den Bessau'schen Befund.

b) Der Weg vom R. ophthalmicus n. trig. bis zum Auge.

Versuch 7. 25/IX. 92. Ein grosser weisser Kater mit hellblauer Iris.

Injection in die Vena jugul. externa von 2,5 ccm Curarelösung. Künstliche Respiration. Es wird eine Operation am rechten Auge vorgenommen. Nachdem der Kopf des Thieres in Seitenlage fixirt war, wird ein tiefer Schnitt bis zum Knochen

vom äusseren Augenwinkel in der Richtung des Arcus zygomaticus bis zum vorderen Rand der Ohrmuschel geführt. Der Arcus zygomaticus wird mit der Knochenscheere an seinem vorderen und hinteren Ende abgeklemmt. In derselben Weise wird die ganze hintere Hälfte des Os zygomaticum entfernt. Der M. temporalis wird von seiner Insertion am Processus coronoideus gelöst und zusammen mit anderen Kaumuskeln mit der krummen Scheere excidirt. Der Processus coronoideus wird mittelst der Knochenscheere abgeklemmt. Nach Stillung der parenchymatösen Blutung mit Schwammtampons wird der äussere knorpelige Rand der Augenhöhle durchschnitten, worauf die ganze äussere Oberfläche derselben sichtbar wird. Jetzt wird die Augenkapsel eröffnet, der M. rectus externus durchschnitten, das Fettpolster entfernt, die Fasern des Musculus retractor bulli bei Seite geschoben und so der Sehnerv mit den ihn umgebenden kurzen und langen Ciliarnerven blossgelegt. Einer der langen Ciliarnerven wird mit einem dünnen Faden unterbunden und durchschnitten. Das rechte Auge wird vor dem Apparate hingestellt.

Es wird registrirt:.

1. Auf Reizung des peripheren Segmentes des langen Ciliarnerven erweitert sich schnell die Pupille nach oben und aussen, wie das auf Abb. 6 zu sehen ist.

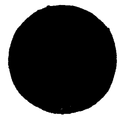


Abb. 6.

Abb. 6 zeigt partielle Erweiterung der Pupille auf Reizung des peripheren Segmentes des langen Ciliarnerven.

Es wird noch ein langer Ciliarnerv, welcher von aussen liegt, durchschnitten.

2. Auf Reizung des oberen Endes des rechten durchschnittenen Halssympathicus erfolgt partielle Pupillenerweiterung nach innen und etwas nach unten.

Es wird der N. opticus mit allen ihn umgebenden Ciliarnerven dicht am Augapfel durchschnitten. — Die Pupille erweitert sich mässig und behält ihre regelmässige Form.

3. Auf Reizung des oberen Endes des rechten durchschnittenen Halssympathicus — keine Wirkung.

Die erhaltenen Photogramme zeigen auffallend deutlich die partielle Pupillenerweiterung auf Reizung des peripheren Segmentes des langen Ciliarnerven (siehe Abb. 7).

Versuch 8. 29/IX. 92. Eine schwarze Katze mit hellgelber Iris, Injection in die Vena jugularis von 1,5 ccm einer $^1/_2$% Curarelösung. Künstliche Respiration. Operation am rechten Auge. Die langen Ciliarnerven werden nach der im Versuch 7 angegebe-

Versuch 10. 19/IX. 92. An einem grossen Hunde mit heller Iris wird derselbe Versuch wiederholt. Es ergiebt sich dasselbe Resultat.

Aus den hier mitgetheilten Versuchen ist zu entnehmen, dass die Pupillendilatatoren vom R. ophthalmicus zum Auge durch die langen Ciliarnerven verlaufen, denn nach Durchschneidung der letzteren ist auf Reizung des Kopfendes des N. sympathicus keine Erweiterung zu erzielen. Ferner sehen wir aus denselben Versuchen, dass die Pupillendilatatoren mit dem Ganglion ciliare und mit den kurzen Ciliarnerven nichts gemein haben, da die Exstirpation des Ganglion ciliare das Auftreten der Pupillenerweiterung auf Reizung des oberen Endes des Halssympathicus keineswegs hindert. In dieser Hinsicht stimmen wir vollständig mit den Ergebnissen von Hensen und Völkers, Adamük, Fr. Franck, Jegorow, Nawrozki und Przybylski überein. Was die Wirkung einzelner langer Ciliarnerven anbelangt, so erhielten wir gleich Jegorow auf ihre Reizung partielle Pupillenerweiterung, wie das oben auf den Abbildungen gezeigt worden war. In diesem Sinne stimmen unsere Ergebnisse nicht mit denjenigen von Fr. Franck und Bellarminow überein, welche auf Reizung einzelner Ciliarnerven totale Pupillenerweiterung eintreten sahen.

c) Die Schädelhirnbahn der Dilatatoren durch den Stamm des N. trigeminus.

Versuch 11. 13/IX. 92. Eine grosse graue Katze mit sehr heller Iris. Abpräparirung der Vena jugularis externa sinistra und Injection in dieselbe von 2,0 ccm Curarelösung. Künstliche Respiration. Trepanation des Schädels im Gebiete des rechten Scheitelbeines nach der oben beschriebenen Methode. Ausgedehnte Erweiterung des Trepanationsloches vermittelst der Knochenscheere. Hebung der rechten Hirnhemisphäre ein wenig in die Höhe. Durchschneidung des Trigeminusstammes möglichst dicht am Gehirn mit einem gekrümmten Neurotom (die völlige Durchschneidung wurde bei der Autopsie festgestellt). Im Momente der Durchschneidung trat starke Erweiterung beider Pupillen auf; gleich nach der Durchschneidung beträchtliche Verengerung der rechten Pupille; die linke Pupille — keine Veränderung. Dem Thiere wird Ruhe gewährt, unterdessen wird aber die künstliche Athmung fortgesetzt und das Gehirn mit warmen feuchten Kompressen bedeckt. Die Verengerung der rechten Pupille beginnt allmählich zu schwinden und nach $^{3}/_{4}$ Stunde sind beide Pupillen von derselben Weite. Es wird jetzt der rechte Halssympathicus abpräparirt, unterbunden und durchschnitten. Es zeigt sich Verengerung der rechten Pupille.

Das rechte Auge wird vor dem photographischen Apparate hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Auf Reizung des oberen Endes des rechten durchschnittenen Halssympathicus erweitert sich die Pupille von 2,2 bis 8,2 mm (i = 150 mm).

Es wird der linke Halssympathicus abpräparirt und durchschnitten. Es zeigt sich Verengerung der linken Pupille. Das linke Auge wird vor dem Apparate hingestellt.

2. Auf Reizung des oberen Endes des linken durchschnittenen Halssympathicus erfolgt Erweiterung der Pupille von 3,1 bis 9,1 mm. Die Stromstärke ist hier dieselbe wie bei Reizung des rechten N. sympathicus.

Die hier dargestellten Photogramme zeigen, dass die Pupillenerweiterungskurven auf Reizung des sympathischen Nerven weder bei durchschnittenem N. trigeminus noch bei nicht durchschnittenem eine Differenz in Form und Grösse der Erweiterung aufweisen.

Versuch 12. 17/IX. 92. An einem grossen schwarzen Kater mit gelber Iris wird derselbe Versuch ausgeführt und es ergiebt sich das gleiche Resultat wie in Versuch 11.

Versuch 13. 21/VII. 92. Ein grosser grauer Kater mit sehr heller Iris. In die Vena jugularis externa wird 1,5 ccm Curarelösung injicirt und, da das Thier noch Bewegungen machte, so wird abermals 1 ccm Curarelösung eingespritzt. Künstliche Athmung. Am linken Parietalknochen wird ein Trepanationsloch gebohrt, worauf der ganze linke Parietalknochen und ein Theil des Os temporale mit der Knochenscheere entfernt werden. Der grösste Theil der linken Hirnhemisphäre (die vorderen $^2/_3$) wird mit dem Messer excidirt und aus der Schädelhöhle entfernt. Die sich darauf angeschlossene nicht geringe Blutung wird durch kleine Wattetampons gestillt. Die Pupillen zeigen mässige Erweiterung. Nach Sistirung der Blutung wird der Stamm des linken Trigeminusnerven abpräparirt und durchschnitten. Die linke Pupille zeigt jetzt starke Verengerung. Die Hinstellung des linken Auges vor dem Apparate dauerte ca. 20 Minuten; während dieser Zeit erweiterte sich die linke Pupille, blieb aber enger als die rechte Pupille.

Es wird registrirt:

1. Reizung des peripheren Segmentes des linken Trigeminusstammes vermittelst eines schwachen Stromes ergiebt keine Veränderung des Pupillendurchmessers (i = 150 mm).
2. Reizung desselben Segmentes durch einen Strom von mittlerer Stärke — keine Wirkung (i = 70 mm).

3. Reizung desselben Segmentes durch einen starken Strom ergiebt maximale Pupillenerweiterung.
4. Reizung des peripheren Segmentes des N. trigeminus unmittelbar hinter dem Gang. Gasseri durch einen Strom von mittlerer Stärke ergiebt maximale Pupillenerweiterung ($i =$ 70 mm).

Die den Beobachtungen 3. und 4. entsprechenden Kurven zeigen die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der direkten Erweiterung. Abb. 10 zeigt die Pupillenerweiterungskurve auf Reizung des N. trigeminus vermittelst eines starken Stromes.

Versuch 14. 22/VII. 92. Der vorige Versuch wird an einer schwarzen Katze mit hellgelber Iris wiederholt. Das Resultat war dasselbe.

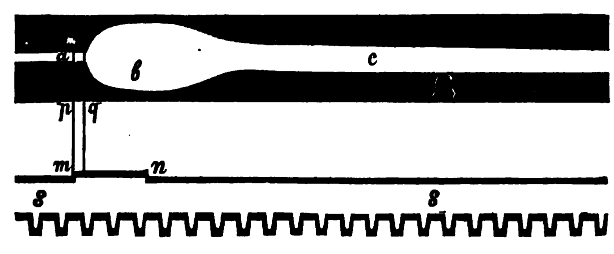


Abb. 10.

a Pupille nach Durchschneidung des Trigeminusstammes. *b* Maximale Erweiterung der Pupille auf Reizung des peripheren Segmentes des N. trigeminus durch einen starken Strom. *c* Verengerung bis zur Norm. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung. *pq* Latenzperiode. Natürliche Grösse.

Versuch 15. 13/IV. 92. Ein grosses weisses Kaninchen. In die Vena jug. externa wird 0,5 ccm einer $^1/_2$ %igen Curarelösung injicirt. Künstliche Athmung. Trepanation des Schädels im Gebiete des linken Parietalknochens. Blosslegung und Entfernung der ganzen linken Gehirnhemisphäre. Starke Blutung. Mässige Erweiterung beider Pupillen. Nach Sistirung der Blutung kehren die Pupillen allmählich zur Norm wieder. Es wird der linke N. trigeminus abpräparirt und durchschnitten. Im Momente der Durchschneidung — Erweiterung beider Pupillen. Nach der Durchschneidung langsame Verengerung der linken Pupille. (Die vollständige Durchschneidung wurde bei der Autopsie konstatirt.) Nach einer halbstündigen Pause wird der Apparat vor dem linken Auge hingestellt. Da die Stellung der Kaninchenaugen eine andere ist, als bei der Katze, so nahm die Hinstellung des Apparates ebenfalls ca. $^1/_2$ Stunde Zeit in Anspruch. Unterdessen hat sich die

linke Pupille etwas erweitert; sie erreichte aber jedenfalls nicht Weite der rechten Pupille.

Es wird registrirt:

1. Auf Reizung des peripheren Segmentes des durchschnitten N. trigeminus durch einen schwachen Strom — erfolgt kei Wirkung (i = 120 mm).
2. Auf Reizung desselben Segmentes durch einen Strom vo mittlerer Stärke — keine Wirkung (i = 70 mm).
3. Auf Reizung desselben Segmentes durch einen starken Stron — eine geringe Verengerung der linken Pupille (i = 10 mm).

Versuch 16. 14/IV. 92. Ein grosser Hund mit dunkelgelber Iris wird chloroformirt. Nach Eröffnung der Schädelhöhle wird die linke Hirnhemisphäre blossgelegt und excidirt. Die Blutung wird durch Schwammtampons sistirt. Nach der Tracheotomie wird in die Vena jugularis externa 3,0 ccm einer $^1/_2$ %igen Curarelösung injicirt, künstliche Athmung eingeleitet und der Stamm des linken Trigeminus abpräparirt. Im Momente der Durchschneidung — beiderseitige Pupillenerweiterung. Nach der Durchschneidung hochgradige Pupillenverengerung am linken Auge. Nach $^3/_4$stündiger künstlicher Respiration tritt eine kaum merkbare Erweiterung der Pupille auf.

1. Auf Reizung des peripheren Endes des durchschnittenen N. trigeminus durch einen schwachen Strom — keine Veränderung des Pupillardiameters (i = 120 mm).
2. Auf Reizung desselben Endes des N. trigeminus durch einen Strom von mittlerer Stärke — keine Wirkung (i = 70 mm).
3. Auf Reizung desselben Endes des N. trigeminus durch einen starken Strom verengert sich die Pupille in dem Grade, wie es gleich nach der Durchschneidung der Fall war.

In Folge der dunkeln Farbe der Iris wurden die Pupillarveränderungen diesmal nicht registrirt.

Die eben erwähnten Versuche sprechen gegen das Vorhandensein von Pupillendilatation im Trigeminusstamme hinter dem Gang. Gasseri. Die auf die Durchschneidung des Trigeminusstammes folgende momentane Erweiterung beider Pupillen ist reflektorischer Natur und beruht auf Reizung der sensiblen Fasern des Trigeminusnerven. Die nach der Durchschneidung stattfindende Verengerung der entsprechenden Pupille gleicht sich allmählich aus und muss auf reflektorische Kontraktion des Sphincter iridis zurückgeführt werden. Obgleich Budge und Cl. Bernard behaupten, auch bei durchschnittenem N. oculomotorius auf Durchschneidung des N. trigeminus Pupillenverengerung beobachtet zu haben, so ist doch annehmbar, dass die Uebertragung des Reflexes vom

N. trigeminus auf den N. oculomotorius, wie Graefe glaubt, in den intraokulären Ganglien stattfindet. Die Versuche mit Reizung des Trigeminusstammes befestigen noch mehr die Ueberzeugung, dass der Trigeminus keine selbständigen Pupillendilatatoren enthält. Beim Kaninchen und beim Hunde erhielten wir auf Reizung des Trigeminusstammes Verengerung der Pupille und nur bei der Katze — Erweiterung, sobald der Trigeminusstamm entweder vermittelst eines sehr starken Stromes oder in der Nähe vom Gang. Gasseri gereizt war. Diese Erscheinung wäre vielleicht so zu erklären, dass elektrische Stromschleifen durch die Schädelknochen auf die pupillendilatirende Fasern fortgeleitet werden, welche dem N. sympathicus entspringen und sich dem Gang. Gasseri beimischen. Eine weitere Stütze unserer Ansicht über das Nichtvorhandensein im N. trigeminus von dilatirenden Fasern werden wir in den Untersuchungen über die Pupillarreflexe, von den sensiblen Nerven und von der Hirnrinde ausgehend, finden.

Ob im Trigeminusstamme selbständige, pupillenverengernde Fasern vorhanden sind, können wir auf Grund unserer Versuche nicht entscheiden. Obschon wir bei Kaninchen und auch in einem Falle beim Hunde auf Reizung des Trigeminusstammes solche Pupillenverengerungen erhielten, wie sie Eckhard durch Reizung der centralen Trigeminusursprünge in der Medulla obl. hervorbringen konnte, so neigen wir doch zur Annahme, dass die auf Reizung des Trigeminusstammes erfolgende Verengerung der Pupille eine reflektorische Erscheinung ist. Für diese Annahme sprechen auch die Untersuchungen von Adamük[1]), welcher das Vorhandensein von pupillenverengernden Fasern im Stamme des N. trigeminus nur in denjenigen Ausnahmefällen konstatiren konnte, wo dieselben im Stamme des N. oculomotorius fehlten.

Kapitel III.

Ueber den Einfluss der sensibeln Nerven auf die Pupillenerweiterung.

Versuch 17. 14/III. 92. Eine schwarze Katze mit hellgelblicher Iris. Nach der Chloroformnarkose werden beim Thiere beide N. ischiadici und die Halssympathici abpräparirt und die Tracheotomie ausgeführt. Nachdem sich das Thier von der Narkose völlig erholt hat, wurde in die Vena jugularis externa 1,0 ccm Curarelösung eingespritzt. Es wurden die beiden N. ischiadici

1) Centralblatt für die medizin. Wissenschaft, 1870, pag. 177—180.

unterbunden und durchschnitten. Im Momente der Durchschneidung tritt Erweiterung beider Pupillen auf. Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Reizung des centralen Endes des linken durchschnittenen N. ischiadicus ergiebt ($i = 150$ mm) Pupillenerweiterung mit allen für die reflektorische Erweiterung charakteristischen Eigenthümlichkeiten (s. oben). Die Kurve ist der auf Abb. 3 analog.
2. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen rechten N. ischiadicus ($i = 150$ mm) ergiebt Pupillenerweiterung von reflektorischem Typus. Die Kurve ist der auf Abb. 3 analog.

Es wird der linke Halssympathicus durchschnitten.

3. Auf Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus ($i = 150$ mm) ändert sich der Charakter der Erweiterung sehr scharf, wie das Abb. 11 zeigt.

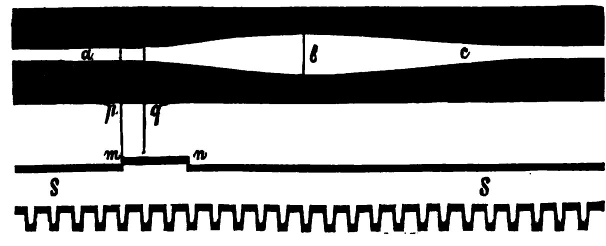


Abb. 11.

a Pupille nach Durchschneidung des N. sympathicus. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus. *pq* Latenzperiode = 0,96 Sek. *b* Maximum der Erweiterung nach 7,8 Sek. *c* Verengerung bis zur Norm. Natürliche Grösse.

Betrachten wir das Photogramm, welches der reflektorischen Erweiterung nach Durchschneidung des N. sympathicus entspricht, so sehen wir folgende Eigenthümlichkeiten: länger dauernde Latenzperiode, Abwesenheit der primären Erweiterung und der darauf eintretenden Verengerung der Pupille, langsames Ansteigen bis zum Maximum, geringere Erweiterungsgrösse und allmähliche Verengerung bis zur Norm.

Versuch 18. 28/VII. 92. Eine graue Katze mit sehr heller Iris. Chloroformnarkose. Exstirpation des linken Gang. cervicale supremum. Sofort nach der Operation Verengerung der linken Pupille und der linken Augenlidspalte, Vortreten des dritten Lides. Die Halswunde wird genäht.

29/VII. Die linke Pupille ist sehr eng, das dritte Augenlid tritt stark vor und deckt einen Theil der Cornea, die linke Lidspalte ist sehr verengert.

30/VII. Die Erscheinungen am linken Auge sind dieselben.

6/VIII. Die linke Pupille ist noch stark verengert, das dritte Lid erhoben und die Augenlidspalte verengt. Die Halswunde wird mehrere Mal täglich mit einer schwachen Sublimatlösung desinfizirt und heilt per primam. Die beiden N. ischiadici werden isolirt, in die Vena jugularis wird 1,5 ccm Curarelösung injicirt und künstliche Athmung eingeleitet. Im Momente der Durchschneidung des rechten N. ischiadicus starke Erweiterung der rechten und geringe Erweiterung der linken Pupille. Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

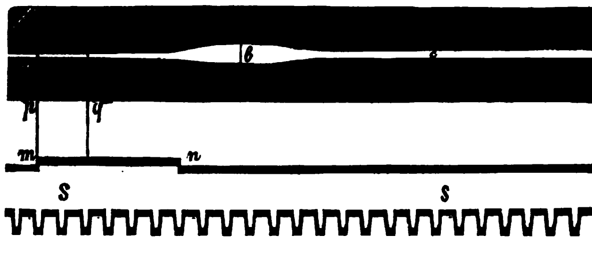


Abb. 12.

a Pupille auf derjenigen Seite, auf welcher die Exstirpation des Gang. cervic. supremum vorgenommen wurde. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung des centralen Endes des durchschnittenen rechten Ischiadicus. *pq* Latenzperiode = 2,03 Sek. *b* Maximum der Erweiterung nach 8 Sek. *c* Verengerung bis zur Norm. Natürliche Grösse.

Es wird registrirt:

1. Auf Reizung des centralen Endes des durchschnittenen rechten N. ischiadicus folgt Pupillenerweiterung, welche nur geringe Abweichungen vom reflektorischen Erweiterungstypus zeigt, der im vorigen Versuche auf Durchschneidung des N. sympathicus erhalten wurde (siehe Abb. 12).

Es wird der linke Ischiadicus durchschnitten.

2. Auf Reizung des centralen Endes des durchschnittenen linken N. ischiadicus erweitert sich die Pupille in derselben Weise wie auf Reizung des rechten Ischiadicus.

Die auf Abb. 12 dargestellte Kurve zeigt, dass die auf Exstirpation des Gang. cerv. supr. erfolgende reflektorische Pupillenerweiterung sich durch noch längere Latenzperiode, geringere Erweiterungsgrösse und späteren Eintritt des Maximums auszeichnet

als die reflektorische Erweiterung nach Durchschneidung des N. sympathicus.

Versuch 19. 31/V. 92. Eine schwarze Katze mit hellgelber Iris. Chloroformnarkose. Exstirpation des Gang. cervic. supr. dext.

10/VI. Die rechte Pupille ist stark verengert, das dritte Lid tritt vor, die rechte Augenlidspalte ist enger als die linke. Die Halswunde ist geheilt. Curareinjection. Künstliche Respiration. Abpräparirung und Durchschneidung beider N. ischiadici.

Es wird der linke N. sympathicus isolirt und durchschnitten.

Es wird registrirt am linken Auge:

1. Auf Reizung des centralen Endes des durchschnittenen linken Ischiadicus erweitert sich die Pupille von 1,7 bis 5,0 mm.

Die Latenzperiode beträgt 1,75 Sek. Maximum der Erweiterung nach 8,0 Sek. (i = 120 mm).

Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

2. Auf Reizung des centralen Endes des durchschnittenen rechten Ischiadicus erweitert sich die Pupille von 1,1 bis 2,9 mm. Latenzperiode = 2,25 Sek. Maximum der Erweiterung nach 10,0 Sek. (i = 120 mm).

Vergleichen wir die Kurven beider Beobachtungen, so müssen wir sagen, dass sie zu ein und demselben Typus gehören, dass sie aber geringe Unterschiede aufweisen. Die Kurve der reflektorischen Erweiterung auf der Seite, auf welcher das oberste Halsganglion exstirpirt wurde, unterscheidet sich nämlich durch ihre grössere Latenzperiode und durch langsameren Eintritt des Maximums der Erweiterung von der Kurve auf derjenigen Seite, wo nur der N. sympathicus durchschnitten wurde.

Versuch 20. 11/VIII. 92 Eine weisse Katze mit sehr heller Iris. Nach der Chloroformnarkose wird das rechte Gang. cervic. supremum exstirpirt und der linke Halssympathicus durchschnitten. Gleich nach der Operation verengern sich beide Pupillen, die dritten Augenlider treten vor, die oberen Augenlider hängen etwas herab. Am rechten Auge sind alle Erscheinungen mehr ausgesprochen als am linken.

16/VIII. 92. Der Unterschied in der Pupillenweite und in den Erscheinungen des Augencomplexes ist noch ein recht manifester. Die Halswunde heilt gut.

21/VIII. 92. Beide Pupillen sind gleich eng. Es wird in die Vena jugularis externa 1,5 ccm einer $^1/_2$%igen Curarelösung injicirt. Die rechte Pupille erweitert sich etwas, die linke bleibt eng. Es werden beide N. ischiadici abpräparirt, der Apparat vor dem rechten Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Auf Reizung des centralen Segmentes des durchschnittenen rechten N. ischiadicus erweitert sich die Pupille von 1,1 bis 2,0 mm. Latenzperiode = 2,2 Sek. Maximum der Erweiterung nach 9,0 Sek. (i = 120 mm).

Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

2. Auf Reizung des centralen Abschnittes des durchschnittenen linken N. ischiadicus erweitert sich die Pupille von 1,5 bis 3,2 mm. Latenzperiode = 1,01 Sek. Maximum der Erweiterung nach 7,0 Sek. (i = 120 mm).

Auch in diesem Versuche trat die reflektorische Erweiterung der Pupille auf der Seite, wo das oberste sympathische Halsganglion exstirpirt war, viel stärker auf und erreichte ihr Maximum langsamer als auf der Seite, auf welcher der N. sympathicus durchschnitten war. Im besagten Versuche war folgendes auffallend:

1. Die rechte Pupille, welche längere Zeit nach der Operation enger war, als die linke, erreichte am elften Tage nach der Operation, d. i. am 21/VIII., dieselbe Weite wie die linke.

2. Nach einer mässigen (für die Katzen üblichen) Curaredosis, erweiterte sich etwas die rechte Pupille, während die linke keine Veränderung in ihrem Durchmesser zeigte. Dass die Wirkung der Exstirpation des Gang. cerv. supr. einige Tage nach der Operation ihre Kraft einbüsst, wurde zuerst von Budge beobachtet. Derselbe will diese Erscheinung durch die Hypothese erklären, dass im Sphincter iridis nach Verlust seiner Antagonisten sich in dem Maasse ein Erschlaffungszustand entwickelt, als die Degeneration der sympathischen Fasern fortschreitet. Diese Ansicht theilen Tuwim, Hurwitz und Bessau. Surminsky[1]) führt diese Erscheinung auf atrophische Kontraktion der Irisgefässe in Folge Degeneration der sie versorgenden sympathischen Fasern zurück. N. Kowalewski stellt zur Erklärung dieser Erscheinung die Hypothese auf, nach welcher dem obersten sympathischen Halsganglion nicht allein ein tonisirender, sondern auch ein hemmender Einfluss auf den Erweiterungsmechanismus der Pupille zukommt. Die Exstirpation dieses Knotens ändert nach ihm das quantitative Verhältniss zwischen den erwähnten entgegengesetzten Wirkungen. Alle diese Autoren sind aber der Mangelhaftigkeit ihrer Erklärungen bewusst. Die aus den Ergebnissen unserer Untersuchungen folgende Erklärung dieser Erscheinung wollen wir später geben.

---

[1]) Ueber die Wirkungsweise des Nicotin und Atropin auf das Gefäss nervensystem. Zeitschrift für rationelle Medicin, 1869, XXXVI. Bd., pag. 205

Versuch 21. 2/V. 92. Eine graue Katze mit gelblicher Iris. Curareinjection. Künstliche Respiration. Abpräparirung des linken N. ischiadicus und des linken Plexus brachialis. Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Reizung des centralen Segmentes des durchschnittenen linken N. ischiadicus ergiebt Pupillenerweiterung.
2. Reizung des centralen Segmentes des durchschnittenen N. medianus ergiebt Pupillenerweiterung.

Es wird das Rückenmark zwischen dem 3. und 4. Halswirbel durchschnitten, worauf sofort hochgradige Verengerung beider Pupillen erfolgt.

3. Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus vermittelst eines schwachen Stromes — ohne Erfolg ($i = 150$ mm).

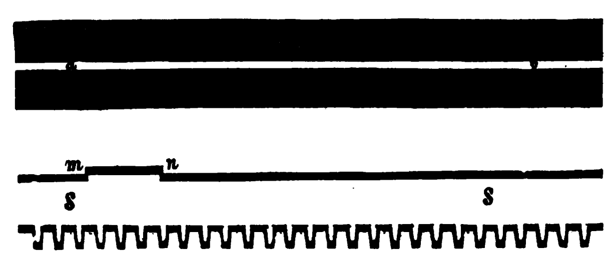


Abb. 13.

a Pupille nach Trennung des Rückenmarkes zwischen den 3. und 4. Halswirbeln. *b* Pupille auf Reizung des centralen Endes des N. ischiadicus durch einen starken Strom. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung. Natürliche Grösse.

4. Reizung desselben Endes des N. ischiadicus durch einen Strom von mittlerer Stärke — ohne Erfolg ($i = 70$ mm).
5. Reizung desselben Endes des N. ischiadicus durch einen starken Strom ($i = 0$) ohne Erfolg (siehe Abb. 13).
6. Reizung des centralen Endes des linken N. medianus durch einen mittelstarken Strom — kein Erfolg ($i = 70$ mm).
7. Reizung desselben Endes des N. medianus durch einen starken Strom — ohne Erfolg ($i = 0$).

Es wird der linke N. hypoglossus isolirt.

8. Auf Reizung des centralen Segmentes des N. hypoglossus erhält man Pupillenerweiterung, welche den Typus der reflektorischen Erweiterung nach Durchschneidung des N. sympathicus nahezu wiedergiebt ($i = 100$ mm).

Es wird der linke N. lingualis isolirt.

9. Reizung des centralen Segmentes des linken N. lingualis ergiebt Pupillenerweiterung von demselben Typus, wie Reizung des N. hypoglossus ($i = 100$ mm).

Der letztgenannte Versuch liefert uns den Beweis, dass die Durchschneidung des Rückenmarkes oberhalb des Budge'schen „Centrum cilio-spinale inferius“ die reflektorische Pupillenerweiterung nicht zu Stande kommen lässt, falls die Reizung von den unterhalb dieses Centrums gelegenen sensibeln Nerven ausgeht; wird aber die reflektorische Pupillenerweiterung durch Reizung der oberhalb des Centrums gelegenen sensibeln Nerven ausgelöst, so bleibt die erwähnte Trennung des Rückenmarkes ohne Wirkung auf die Pupille. Diese Thatsache widerspricht einerseits der von Luchsinger vertretenen Ansicht von der Selbständigkeit des unteren Budge'schen Centrums, andererseits liefert sie einen Beleg dafür, dass die Uebertragung der Reflexe von den sensibeln Nerven auf die Pupille oberhalb des Budges'chen Centrums, d. i. im Schädelhirn, stattfindet.

Abb. 13 stellt das Photogramm der Pupille auf Reizung des centralen Endes des N. ischiadicus bei durchschnittenem Rückenmarke dar. Trotz der beträchtlichen Stromesstärke war kein Erfolg zu konstatiren.

Versuch 22. 5/V. 92. Der Versuch 21 wurde an einer Katze mit gelber Iris wiederholt. Der gleiche Befund.

Versuch 23. 19/V. 92. Weisse Katze (Albinos). Curareinjection; künstliche Respiration. Abpräparirung des rechten N. ischiadicus.

Es wird am rechten Auge registrirt:

1. Reizung des centralen Endes des N. ischiadicus giebt typische reflektorische Pupillenerweiterung.
2. Reizung des centralen Endes des N. ischiadicus durch einzelne Schläge eines induktiven Stromes: a) Schliessungsschlag ergiebt Pupillenerweiterung von 1,2 bis 2,8 mm. Latenzperiode = 0,4 Sek.; b) Oeffnungsschlag — Pupillenerweiterung von 1,2 bis 3,9 mm. Latenzperiode 0,4 Sek.; c) einzelne aufeinanderfolgende Schliessungs- und Oeffnungsschläge — Pupillenerweiterung von 1,2 bis 4,8 mm.
3. Mechanische Reizung des centralen Endes des N. ischiadicus durch eine Pinzette — Pupillenerweiterung vom selben Typus wie die Erweiterung nach Reizung durch einzelne Schläge eines Induktionsstromes.

Es wird die Trepanation des Schädels am hinteren Teile des rechten Parietalknochens ausgeführt, das Trepanationsloch nach hinten und seitwärts mit der Knochenscheere stark erweitert, die

hinteren Abschnitte beider Hirnhemisphären etwas emporgehoben, mit einer kleinen Knochenscheere das knöcherne Tentorium cerebelli fortgenommen und so die hinteren Vierhügel blossgelegt. Jetzt wird hinter den letzteren ein eindringender Schnitt geführt, welcher die Medulla oblongata und die Varolsbrücke vom Grosshirn trennt. Die bisher etwas erweiterten Pupillen verengen sich sofort. Der Apparat wird wiederum vor dem rechten Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

4. Reizung des centralen Endes des N. ischiadicus vermittels eines schwachen Stromes — keine Wirkung (i = 120 mm).
5. Reizung desselben Endes des N. ischiadicus durch einen mittelstarken Strom — keine Wirkung (i = 40 mm).
6. Reizung desselben Endes des N. ischiadicus durch einen starken Strom — ohne Wirkung.

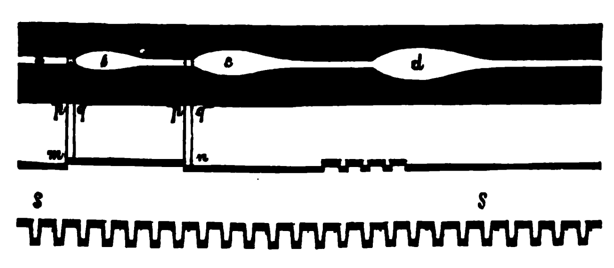


Abb. 14.

a Normale Pupille. *b* Erweiterung der Pupille auf Reizung durch einen einzelnen Schliessungsschlag eines Induktionsstromes. *c* Erweiterung der Pupille auf Reizung durch einen einzelnen Oeffnungsschlag. *d* Pupille auf Reizung durch mehrere aufeinanderfolgende Schliessungs- und Oeffnungsschläge. *m* Schliessungsschlag. *n* Oeffnungsschlag. Natürliche Grösse.

Der besagte Versuch lehrt uns, dass auf Reizung sensibler Nerven durch einzelne Schläge eines Induktionsstromes Pupillenerweiterung erfolgt, welche aber nicht den Typus der reflektorischen Pupillenerweiterung wiedergiebt. Der Oeffnungsschlag ist von stärkerer Wirkung als der Schliessungsschlag, wie dies auf Abbildung 14 gezeigt ist. Die Pupillenerweiterungskurve auf mechanische Reizung sensibler Nerven ist mit derjenigen nach Reizung durch einzelne Schläge eines Induktionsstromes identisch. Ferner fehlte in diesem Versuche die reflektorische Pupillenerweiterung nach Trennung der Medulla oblongata und der Varolsbrücke vom Grosshirn. Daraus ist zu entnehmen, dass die reflexübertragenden Centralapparate oberhalb der Medulla oblongata, d. i. in den grossen Hemisphären lokalisirt sein müssen.

Versuch 24. 25/V. 92. Versuch 23 wurde an einer grauen Katze mit gelblicher Iris wiederholt und er ergab dasselbe Resultat.

Versuch 25. 14/X. 92. Weisse Katze mit hellgelber Iris. Injection in die Vena jug. von 1,5 ccm Curarelösung. Künstliche Respiration. Isolirung der linken A. carotis und beider Nn. ischiadici. Die A. carotis wird durchschnitten, in ihr centrales Ende eine Kanüle eingeführt, welche mit dem neuen Spiralmanometer von Fick in Verbindung gesetzt ist. Das weisse dünne Hebelchen des Manometers wird horizontal unterhalb des Auges in derselben Ebene, in welcher die anderen Sekunden und Reizungsmomente registrirenden Hebelchen, festgestellt. So wurden auf

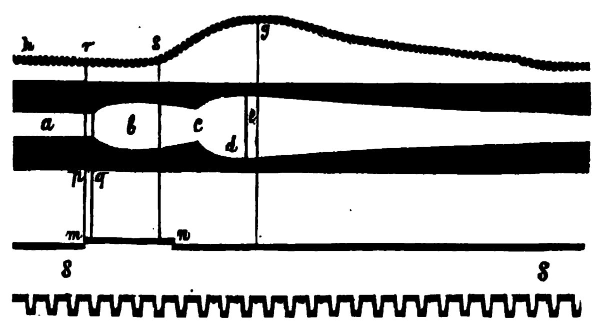


Abb. 15.

a Pupille nach Durchschneidung des linken N. ischiadicus. *h* Blutdruck in der A. carotis. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus. *b* Primäre Erweiterung. *c* Verengerung nach dem Ende der Reizung. *d* Sekundäre Erweiterung. *e* Maximum der Pupillenerweiterung. *pq* Latenzperiode der Pupillenerweiterung. *rs* Latenzperiode der Erhöhung des Blutdruckes. *g* Maximum der Blutdrucksteigerung. Natürliche Grösse.

dem Brom-Silberpapier gleichzeitig mit der Pupillarkurve und den Reizungsmomenten auch die Blutdruckschwankungen in der A. carotis registrirt.

Es wird am linken Auge registrirt:

1. Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus durch einen schwachen Strom ($i = 150$ mm) ergiebt charakteristische reflektorische Pupillenerweiterung. Die Latenzperiode beträgt 0,37 Sek. Maximum der Erweiterung nach 6,8 Sek. Der Blutdruk in der A. carotis ist erheblich gestiegen. Die Latenzperiode für die Blutdrucksteigerung beträgt 3,1 Sek., Maximum der Blutdrucksteigerung 7,1 Sek. nach Beginn der Reizung des N. ischiadicus (s. Abb. 15).

2. Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus durch einen mittelstarken Strom ($i = 60$ mm) — charakteristische Pupillenerweiterung. Periode der latenten Reizung — 0,37 Sek. Maximum der Erweiterung nach 7 Sek. Deutliche Blutdrucksteigerung in der A. carotis. Latenzperiode für die Blutdrucksteigerung — 3,2 Sek. Maximum der Erhöhung des Blutdruckes nach 7,4 Sek.
3. Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus durch einen starken Strom ($i = 10$ mm) — Pupillenerweiterung. Latenzperiode der Erweiterung — 0,32 Sek. Maximum der Erweiterung nach 6,6 Sek. Der Blutdruck in der A. carotis ist stark gestiegen. Latenzperiode der Erhöhung des Blutdruckes — 2,8 Sek. Maximum der Erhöhung des Blutdruckes nach 7,0 Sek.

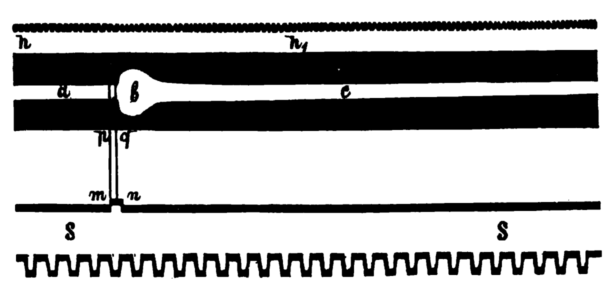


Abb. 16.

a Pupille nach Durchschneidung des linken N. ischiadicus. *h* und h_1 Blutdruck in der A. carotis. *m* und *n* Anfang und Ende der tactilen Reizung. *b* Maximum der Pupillenerweiterung. *c* Verengerung bis zur Norm. *pq* Latenzperiode der Pupillenerweiterung. Natürliche Grösse.

4. Reizung des rechten N. ischiadicus durch einen mittelstarken Strom ($i = 60$ mm) — reflektorische Pupillenerweiterung. Latenzperiode der Erweiterung — 0,31 Sek. Maximum der Erweiterung nach 6,0 Sek. Starke Erhöhung des Blutdruckes. Latenzperiode der Blutdruckerhöhung — 2,6 Sekunden. Maximum der Erhöhung des Blutdruckes nach 6,7 Sek.

Es werden taktile Reize auf ihren Einfluss geprüft.

5. Die vordere Pfote des Versuchsthieres wird in die Hand genommen — die Pupille erweitert sich von 1,9 bis 6,8 mm; die charakteristische sekundäre Erweiterung bleibt aus. Der Blutdruck in der A. carotis unverändert (s. Abb. 16).
6. Leichtes Streicheln der Halshaut mit der Hand — die Pupille erweitert sich von 2,1 bis 7,3 mm in derselben Weite wie im vorigen Versuche. Der Blutdruck bleibt unverändert.

7. Streicheln des linken Ohres — Pupillenerweiterung von 2,1 bis 7,6 mm von demselben Typus. Blutdruck unverändert.

Dieser Versuch liefert uns den Beweis, dass die Erhöhung des Blutdruckes in den Gefässen in Folge Reizung der sensibeln Nerven nicht mit der Pupillenerweiterung zeitlich übereinstimmt. Die Pupillenerweiterung eilt der Blutdruckerhöhung bedeutend voran, was aus Abb. 15 leicht zu ersehen ist. Die Latenzperiode der Pupillenerweiterung ist stets von geringerer Dauer, als die der Blutdruckerhöhung. Auch das Maximum der Pupillenerweiterung wird etwas früher erreicht als das der Erhöhung des Blutdruckes. Wir ersehen ferner aus diesem Versuche, dass die minimalsten taktilen Reize gehörige Pupillenerweiterung hervorriefen, während sie auf den Blutdruck nicht die geringste Wirkung ausübten (s. Abb. 16). Alles dieses spricht dafür, dass die Pupillenerweiterung nicht als Folge des vasomotorischen Effektes aufgefasst werden darf.

Versuch 26. 28/VIII. 92. Ein grosser grauer Kater mit sehr heller Iris. Curareinjection; künstliche Athmung; Trepanation des Schädels am linken Parietalknochen. Starke Erweiterung des Trepanationsloches mit der Knochenscheere. Geringe Aufhebung der linken Hirnhemisphäre. Durchschneidung des Stammes des N. trigeminus sinister möglichst nach hinten. Verengerung der linken Pupille. (Die volle Durchschneidung wurde bei der Autopsie festgestellt.) Abpräparirung beider Nn. ischiadici; Hinstellung des Apparates vor dem linken Auge. Nach einer halben Stunde geringe Erweiterung der linken Pupille.

Es wird registrirt:

1. Auf Reizung des centralen Segmentes des linken N. ischiadicus erweitert sich die Pupille von 2 bis 4,1 mm. Latenzperiode = 0,6 Sek. Maximum der Erweiterung nach 7,0 Sek. (i = 100 mm).
2. Auf Reizung des centralen Segmentes des rechten N. ischiadicus erweitert sich die Pupille von 2,0 bis 5,1 mm. Latenzperiode = 0,6 Sek. Maximum der Erweiterung nach 7 Sek.

Es wird der linke N. sympathicus isolirt und durchschnitten.

3. Auf Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus (i = 100 mm) erweitert sich die Pupille von 0,9 bis 3,6 mm. Latenzperiode = 0,81 Sek. Maximum der Erweiterung nach 7 Sek. (s. Abb. 17).
4. Auf Reizung des centralen Endes des rechten N. ischiadicus erweitert sich die Pupille von 0,8 bis 4,0 mm. Latenzperiode = 0,9 Sek. Maximum der Erweiterung nach 6,5 Sek.

Abb. 17 zeigt uns die Kurve der reflektorischen Pupillenerweiterung nach Durchschneidung des Trigeminusstammes und

des Halssympathicus. Diese Kurve wiederholt den Typus der gewöhnlichen reflektorischen Erweiterung nach Durchschneidung des N. sympathicus mit ihrer langen Latenzperiode und dem späten Eintritt des Maximums der Erweiterung.

Versuch 27. 29/VIII. 92. An einer schwarzen Katze mit gelber Iris wird der vorige Versuch wiederholt. Derselbe Erfolg.

Beide Versuche beweisen, dass die reflektorische Pupillenerweiterung selbst dann nicht ausbleibt, wenn man neben der Durchschneidung des Trigeminusnerven, in welchem nach mehreren Autoren die Schädelhirndilatatoren verlaufen, auch die Durchschneidung des Halssympathicus vornimmt. Diese Thatsache liefert uns einen neuen Beleg dafür, dass der Stamm des N. trigeminus hinter dem Ganglion Gasseri keine Pupillendilatatoren enthält.

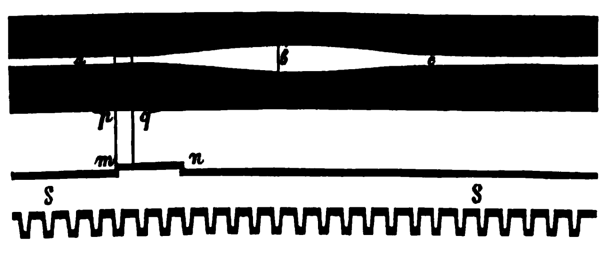


Abb. 17.

a Pupille nach Durchschneidung des Trigeminusstammes und des Halssympathicus. *b* Maximum der Erweiterung auf Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus. *c* Verengerung bis zur Norm. *pq* Latenzperiode. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung. Natürliche Grösse.

Versuch 28. 8/V. 92. Eine schwarze Katze mit heller Iris. Es wird die Durchschneidung des Stammes des linken N. oculomotorius ohne Eröffnung der Schädelhöhle in folgender Weise bewerkstelligt. 1 cm vor dem äusseren Gehörgang wird mit dem in vertikaler Richtung gehaltenen Neurotome ein Loch in den Weichtheilen und im Schläfenbein gemacht. Durch die knöcherne Wand hindurch, wird das Neurotom so gewendet, dass die Spitze desselben nach vorne gerichtet und der Stiel aus vertikaler in horizontale Lage gebracht ist. An der Pyramide des Schläfenbeines gleitend, dringt man darauf mit dem Neurotome nach innen und vorne zur Mediallinie, wendet seine scharfe Kante nach unten um und durchschneidet den Stamm des N. oculomotorius in der Nähe des Seitenrandes des hinteren Processus clinoideus des Os sphenoidale. Zur besseren Orientirung empfiehlt es sich einen Katzenschädel vor den

Augen liegen zu lassen und am Neurotome diejenige Länge zu markiren, welche in die Tiefe versenkt werden soll. Diese Operation, wenn vorsichtig und nach genügender Vorüberlegung ausgeführt, ist durchaus nicht tödtlich. Vielmehr erholen sich die so operirten Thiere, bleiben nicht nur Monate, sondern Jahre lang am Leben und zeigen ausser den Erscheinungen der vollständigen Oculomotoriuslähmung keinerlei Störungen, die auf Verletzung des Gehirns hindeuten sollen (z. B. Manege-Bewegungen).

Die auf die besagte Weise operirte Katze zeigte im Momente der Durchschneidung des linken N. oculomotorius eine plötzlich eingetretene Verengerung mit darauf schnell folgender mässiger Erweiterung der entsprechenden Pupille. Das obere Augenlid hing etwas herab und der Augapfel wich nach aussen ab. Die Sensibilität der Cornea, der Conjunctiva, der Lider, der Nase und der Lippen erlitt auf der operirten Seite keinerlei Störung. Die rechte Pupille, welche nach der Operation geringe Erweiterung erfahren hatte, kehrte bald zur Norm zurück.

10/V. Die Katze fühlt sich wohl. Die rechte Pupille ist von normaler Weite und reagirt gut auf Licht. Die linke Pupille — mässig erweitert, ihre Reaktion auf Licht eingebüsst. Die Cornea des linken Auges nicht getrübt, das obere Lid hängt herab, der Augapfel nach aussen abgewichen.

12/V. Die Katze ist ganz munter. Guter Appetit. Motilität nicht gestört. Die Erscheinungen am linken Auge dieselben.

In der nächsten Zeit (1 Monat und 20 Tage), während welcher die Katze sich unter Beobachtung befand, zeigte sie abgesehen von den paralytischen Erscheinungen von Seiten des linken Auges keine krankhaften Anfälle und war von einer gewöhnlichen gesunden Katze nicht zu unterscheiden.

28/VI. Die Katze wird zum Experimente verwendet. In die abpräparirte Vena jugularis externa wird 1,5 ccm einer $^1/_2$% Curarelösung injicirt und die beiden Nn. ischiadici isolirt. Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen linken N. ischiadicus durch einen schwachen Strom (i = 150 mm) — keine Reaktion.
2. Dieselbe Reizung vermittelst eines mittelstarken Stromes (i = 70 mm) keine Reaktion.
3. Dieselbe Reizung vermittelst eines starken Stromes (i = 0) — keine Reaktion.
4. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen rechten N. ischiadicus durch einen schwachen Strom (i = 150 mm) — keine Wirkung.

5. Dieselbe Reizung durch einen mittelstarken Strom — keine Wirkung ($i = 70$ mm).
6. Dieselbe Reizung durch einen starken Strom — ($i = 0$) — keine Wirkung.

Es wird der linke N. sympathicus abpräparirt und durchschnitten.

7. Reizung des Kopfendes des linken N. sympathicus ($i = 180$ mm) — maximale Erweiterung der schon bisher erweitert gewesenen Pupillen (s. Abb. 18).

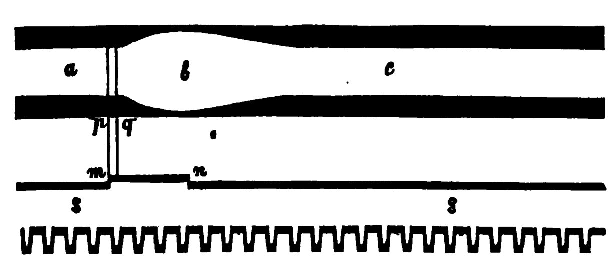


Abb. 18.

a Pupille auf der Seite, wo die intracranielle Durchschneidung des N. oculomotorius stattgefunden hat. *b* Maximale Erweiterung nach Reizung des Kopfendes des N. sympathicus. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung. *pq* Latenzperiode. Natürliche Grösse.

Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt. Es wird registrirt.

8. Reizung des centralen Endes des rechten N. ischiadicus durch einen schwachen Strom ($i = 150$ mm) — charakteristische reflektorische Pupillenerweiterung.
9. Reizung des centralen Endes des rechten N. ischiadicus durch einen schwachen Strom ($i = 150$ mm) — charakteristische reflektorische Pupillenerweiterung.

Längere Zeit vor diesem Versuche wurde bei dem Thiere der Stamm des linken N. oculomotorius durchschnitten. Während dieser Zeit fielen alle Fasern dieses Nerven, welche zum Auge verlaufen, der Degeneration anheim, worauf selbst die stärkste elektrische Reizung des sensibeln Nerven, wie Abb. 19 zeigt, keine Pupillenerweiterung in diesem Auge ergab.

Versuch 29. 9/VI. 92. Ein grauer Kater mit gelblichblauer Iris. Intracranielle Durchschneidung des linken N. oculomotorius nach der oben beschriebenen Methode. Während der ganzen Beobachtungszeit fühlte sich das Thier wohl, frass mit Appetit; die

Cornea blieb klar und durchsichtig; die Lähmungserscheinungen von Seiten des linken N. oculomotorius blieben im Status quo ante.

Am 28/VI., d. i. nach 19 Tagen wurde das Thier dem Experimente unterzogen. Das Resultat war dasselbe wie im vorigen Versuche.

Versuch 30. 20/VII. 92. Ein rothhaariger Kater mit gelber Iris. Intracranielle Durchschneidung des linken N. oculomotorius nach der oben beschriebenen Methode. Das Experiment, welches 12 Tage darauf ausgeführt worden war, ergab denselben Befund wie der vorige Versuch.

Versuch 31. 23/X. 91. Ein weisses Kaninchen. Intracranielle Durchschneidung des N. oculomotorius. Nach der Operation am linken Auge: Mydriasis, Fehlen der Reaction auf Licht, Ptosis und Abweichung des Augapfels nach aussen.

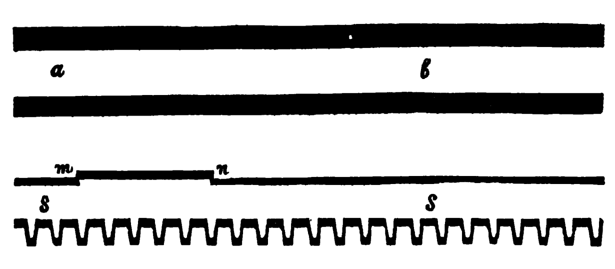


Abb. 19.

a Pupille auf der Seite, auf welcher die intracranielle Durchschneidung des N. oculomotorius vorgenommen war. *b* Pupille nach Reizung des centralen Endes des N. ischiadicus durch einen starken Strom. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung. Natürliche Grösse.

25/X. Das Kaninchen ist ganz munter. Die paralytischen Erscheinungen am linken Auge unverändert. Cornea ganz klar. Keine Motilitätsstörungen. Die rechte Pupille von normaler Weite, reagirt prompt auf Licht. Auf Reizung der sensibeln Nerven durch Stich oder Kniff — Erweiterung der rechten Pupille; die linke Pupille unbeweglich [1]).

Am 3/VI. 92, d. i. nach 7 Monaten und 8 Tagen, wird das Kaninchen dem Experimente unterzogen und es ergiebt sich der gleiche Befund wie im vorigen Versuche.

---

[1]) Dieses Kaninchen und alle beschriebenen Erscheinungen wurden von mir in der Sitzung der medizinischen Gesellschaft zu Charkow am 2. Nov. 1891 demonstrirt.

Fassen wir nun die Ergebnisse der letztgenannten Versuchsreihe über den Einfluss der sensibeln Nerven auf die Pupillenerweiterung in Kürze zusammen, so ist folgendes zu sagen. Auf Reizung eines beliebigen sensibeln Nerven erfolgt reflektorische Erweiterung beider Pupillen. Dazu sind durchaus keine starken Reize erforderlich; selbst die geringsten Reize wie z. B. leichte Berührung genügen mitunter, um beträchtliche Pupillenerweiterung zu Stande kommen zu lassen. Die Uebertragung der Reflexe von den sensibeln Nerven auf die Pupillenerweiterungsapparate findet nicht im Budge'schen Centrum cilio-spinalis inferius statt, denn die Trennung des Rückenmarkes oberhalb dieses Centrums vernichtet die reflektorische Pupillenerweiterung. Auch die Medulla oblongata bildet nicht den Sitz dieses Centrums, sondern nur die grossen Hirnhemisphären, denn nach Trennung des verlängerten Markes vom Grosshirn bleibt die reflektorische Pupillenerweiterung aus. Die reflektorische Pupillenerweiterung geschieht nicht durch den N. sympathicus, da die Durchschneidung des N. oculomotorius bei intactem Sympathicus die reflektorische Pupillenerweiterung vollständig vernichtet und umgekehrt: die Durchschneidung des N. sympathicus resp. Unterbrechung aller Rückenmarksdilatatoren in Folge Exstirpation des obersten Halsganglions hindert das Auftreten der reflektorischen Pupillenerweiterung nicht. Wenn sich der Charakter der reflektorischen Pupillenerweiterung nach Durchschneidung des N. sympathicus ändert, indem die Erweiterung einen besonderen Typus mit langdauernder Latenzperiode und langsamem Ansteigen der Erweiterung zeigt, so beruht das darauf, dass durch die Unterbrechung der Rückenmarksdilatatoren, welche stets im Zustande der tonischen Erregung sich befinden, ein gewisser Bruchtheil der die Erweiterung unterstützenden Kraft verloren geht. In Folge dessen gewinnen die pupillenverengernden Apparate die Oberhand über die dilatirenden Apparate, denn die der Erweiterung antagonistische Kraft ist relativ höher geworden. Dies gestörte Gleichgewicht beider Kräfte ist die Ursache der langsamer eintretenden Pupillenerweiterung. Einige Autoren wollen die Verlangsamung der Pupillenerweiterung dadurch erklären, dass nach Durchschneidung des N. sympathicus der Rückenmarksweg der Pupillendilatatoren in Wegfall kommt, dass somit für die Dilatatoren nur noch der eine Schädelhirnweg zur Geltung kommen kann, weshalb die Reizung der sensibeln Nerven nothwendigerweise eine schwächere und langsamere Erweiterung der Pupille hervorrufen muss. Unsere Beobachtungen aber sprechen, wie wir sahen, gegen die Betheiligung des N. sympathicus an der Uebertragung der reflektorischen Pupillenerweiterung. Letztere ist nicht die Folge des vasomotorischen Effektes, weil sie zeitlich von

der Blutdruckerhöhung getrennt ist, wie das Versuch 25 lehrt, wo die Erhöhung des Blutdruckes viel später als die Dilatation der Pupille eintrat. Wenn bei durchschnittenem N. sympathicus beide Erscheinungen gleichzeitig auftreten, so ist daraus noch nicht zu folgern, wie das Bellarminow gethan, dass die Pupillenerweiterung unter solchen Bedingungen von der vasomotorischen Wirkung abhängig ist. Wir haben es hier mit einem einfachen Zusammentreffen zweier Erscheinungen zu thun. Die Ursache der Verlangsamung der reflektorischen Pupillenerweiterung wurde bereits oben erörtert.

Vergleichen wir in den Versuchen 17—20 die Latenzperiode und die Zeit, nach welcher das Maximum der reflektorischen Pupillenerweiterung bei durchschnittenem N. sympathicus und bei exstirpirtem obersten Halsganglion eintrat, so sehen wir, dass nach Durchschneidung des N. sympathicus sowohl der Anfang als das Maximum der Erweiterung früher als nach Exstirpation des Ganglions erfolgt. In dieser Erscheinung erblicken wir einen neuen Beleg dafür, dass die Halsganglien eine tonisirende Wirkung auf die sympathischen Pupillendilatatoren ausüben. In der That, bei Exstirpation des tonisirenden auf die Pupille einwirkenden Ganglions wird eine grössere Kraft ausgeschaltet als bei Durchschneidung des N. sympathicus, daher erfolgt die reflektorische Erweiterung auf der Seite, auf welcher die Exstirpation vorgenommen war, langsamer als auf der Seite mit durchschnittenem N. sympathicus. Was die Schädelhirnbahn betrifft, auf welcher die reflektorische Dilatation fortgeleitet wird, so entspricht dieselbe dem N. trigeminus nicht, denn in den Versuchen 26 und 27 konnte die combinirte Durchschneidung des Trigeminusstammes und des Halssympathicus die reflektorische Erweiterung nicht beseitigen. Darin stimmen wir mit Bessau vollkommen überein, der sagt: „Der Rest der pupillenerweiternden Nervenfasern, welcher nach der Exstirpation des Gang. cerv. supr. N. sympathicus bei der Reflexdilatation sich geltend macht, verläuft nicht mit dem Trigeminus (Ramus ophthalmicus) zur Iris, weil eben seine Durchschneidung nicht den Rest von reflektorischer Pupillenerweiterung vernichtet" (pag. 40). Da nach Durchschneidung des N. oculomotorius, ausgeführt vor einer Zeit, während welcher alle seine Fasern der Degeneration anheimfallen mussten, keine reflektorische Erweiterung zu erhalten war, so ist anzunehmen, dass die reflektorische Erweiterung keine aktive Erscheinung ist, sondern eine passive, bedingt durch Hemmung des Tonus des N. oculomotorius. Die Richtigkeit dieser Ansicht erblicken wir nicht nur aus Thierversuchen, sondern auch an Menschen mit vollständiger Paralyse des N. oculomotorius,

bei denen auf Reizung sensibler Nerven keine Spur von reflectorischer Pupillenerweiterung zu beobachten war [1]).

Kapitel IV.

Ueber Pupillarreflexe, ausgehend von sensibeln Nerven des sympathischen Systems.

Versuch 32. 24/IV. 92. Eine graue Katze mit gelblicher Iris. Chloroformnarkose. Eröffnung der Bauchhöhle, Auffindung des N. splanchnicus gleich nach seinem Austritt aus dem Diaphragma. Nachdem sich das Thier von der Narcose erholt hat, wird die Vena jug. externa abpräparirt und 1 ccm einer $^1/_2$ $^0/_0$-igen Curarelösung injicirt. Das rechte Auge wird vor den Apparat gestellt.

Es wird registrirt:

1. Reizung des centralen Endes des durchschnittnen Splanchnicusstammes durch einen schwachen Strom (i = 150 mm) — typische reflectorische Pupillenerweiterung (s. Abb. 20). Latenzperiode = 0,5 Sec. Maximum der Erweiterung nach 8 Sec.
2. Dieselbe Reizung durch einen stärkeren Strom (i = 70 mm) — charakteristische reflectorische Pupillenerweiterung. Latenzperiode = 0,46 Sec. Maximum der Erweiterung nach 10 Sec.

Es wird der rechte Halssympathicus abpräparirt und durchschnitten:

3. Reizung desselben Endes des N. splanchnicus (i = 70 mm) — der Typus der Erweiterung ändert sich und zeigt die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der reflectorischen Erweiterung nach Durchschneidung des N. sympathicus.

Es wird das Rückenmark zwischen dem 3. und 4. Halswirbel durchschnitten.

4. Reizung desselben Endes des N. splanchnicus durch schwachen und starken Strom — keine Wirkung.

Dieser Versuch zeigt uns typische reflectorische Erweiterung auf Reizung des N. splançhnicus (s. Abb. 20). Die Erweiterung ist durch Reizung der im N. splanchnicus eingeschlossenen sensibeln Fasern bedingt. Dafür sprechen: 1. das Fehlen der Erweiterung auf Reizung des N. splanchnicus nach Durchschneidung

[1]) Diese Erscheinung wurde von mir an einer Kranken mit Ophthalmoplegia completa in der Sitzung der medicinischen Gesellschaft zu Charkow an demselben 2. November 1891 demonstrirt.

des Rückenmarkes zwischen den 3.—4. Halswirbeln; 2. der Umstand, dass die Erweiterung vom Splanchnicus aus nach Durchschneidung des Halssympathicus alle typischen Eigenthümlichkeiten der reflectorischen Erweiterung nach Durchschneidung des N. sympathicus zeigt.

Versuch 33. 21/IX. 92. Eine weisse Katze mit heller Iris. Injection in die Vena jug. von 2,0 ccm einer $^{1}/_{2}$%oigen Curarelösung. Künstliche Respiration. Eröffnung der Brusthöhle links. Der Stamm des N. splanchnicus wird an seiner Eintrittsstelle in das Diaphragma aufgesucht und durchschnitten.

Es wird am linken Auge registrirt:

1. Reizung des Stammes des N. splanchnicus — typische reflectorische Pupillenerweiterung von 1,2 bis 2,5 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 4 Sec.

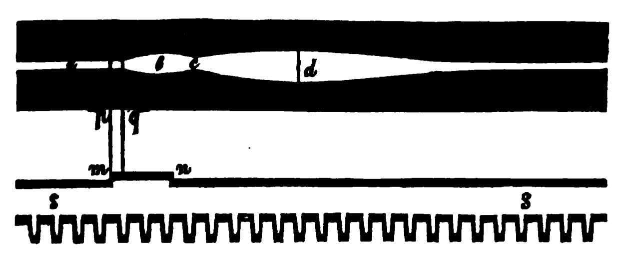


Abb. 20.

a Pupille nach Durchschneidung des N. splanchnicus. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung des centralen Endes des N. splanchnicus. *b* Primäre Dilatation. *c* Verengerung nach dem Ende der Reizung. *d* Secundäre Dilatation. Natürliche Grösse.

2. Reizung der Tunica serosa des Darmes durch schwachen und starken Strom — ohne Wirkung.
3. Dieselbe Reizung auf mechanischem Wege mit einer Pinzette — Pupillenerweiterung.

Die Elektroden werden in das Gewebe der linken Niere eingestochen.

4. Reizung des Gewebes der linken Niere durch schwachen und starken Strom — ohne Effekt.
5. Dieselbe Reizung auf mechanischem Wege mit der Pinzette — Pupillenerweiterung.
6. Reizung des Gewebes des Uterus und der Ovarien durch schwachen und starken Strom — keine Reaction.
7. Dieselbe Reizung mechanisch mit der Pinzette — Pupillenerweiterung.

Es wird das Rückenmark zwischen den 3.—4. Halswirbeln durchschnitten.

8. Reizung des Stammes des N. splanchnicus durch schwache Ströme ($i = 120$ mm) wirkungslos.
9. Dieselbe Reizung durch einen starken Strom ($i = 0$ mm) — wirkungslos.

Auch in diesem Versuche rief die Reizung des Stammes des N. splanchnicus reflectorische Pupillenerweiterung hervor. Reizung der Bauch- und Beckenorgane vermittelst eines Inductionsstromes ergab keine Wirkung, dagegen hatte die mechanische Reizung derselben Organe Pupillenerweiterung zur Folge. Die Durchschneidung des Rückenmarkes vernichtete die reflectorische Erweiterung vom Splanchnicus aus.

Versuch 34. 8/X. 92. Ein grosser grauer Kater mit hellgelber Iris. Es wurde dasselbe wiederholt wie im vorigen Versuche. Die Reizung des N. splanchnicus ergab Pupillenerweiterung sowohl bei intactem als durchschnittenem N. sympathicus. Während die elektrische Reizung des Darmes und der Eierstöcke erfolglos blieb, rief die mechanische Reizung derselben Organe Pupillenerweiterung hervor. In dieser Hinsicht stimmen unsere Resultate mit denjenigen von Foa überein, welcher sagt: „Il faut remarquer les divers modes d'action de l'intestin à l'égard de la pupille, lorsqu'on l'irrite avec l'appareil d'induction, il ne se produit pas de dilatation; tandis que la pupille se dilate lorsqu'on la comprime ou la tiraille. La différence de nature de l'excitation a donc, dans se cas, un résultat différent" (pag. 19).

Die hier angeführten Versuche lehren, dass reflectorische Pupillenerweiterung auch vom System des Sympathicus ausgelöst werden kann. Diese Reflexwirkung beruht auf Reizung der im sympathischen System enthaltenen sensibeln Fasern, erfolgt bei durchschnittenem N. sympathicus und fehlt nach Trennung des Rückenmarkes.

Die Uebertragung des Reflexes vom sympathischen Nervensystem auf die Pupille erfolgt nicht direct aufwärts durch den N. sympathicus, sondern durch das cerebrospinale Nervensystem.

Kapitel V.

Ueber den Einfluss der Asphyxie auf die Pupillenerweiterung.

Versuch 35. 7/III. 92. Eine weisse Katze mit heller Iris. Curareinjection. Künstliche Respiration. Abpräparirung des N. sympathicus. Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Die künstliche Athmung wird unterbrochen — nach 50 Sec. beginnt die Pupillenerweiterung. Maximum der Pupillenerweiterung — 60 Sec. nach Sistirung der Athmung. Die Erweiterungskurve ist hier der Curve der reflectorischen Erweiterung nach Durchschneidung des N. sympathicus ähnlich.

Es wird der linke N. sympathicus durchschnitten.

2. Unterbrechung der künstlichen Athmung — die Erweiterung der Pupille beginnt nach 85 Sec. Maximum der Erweiterung nach 97 Sec.

Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt.

3. Unterbrechung der künstlichen Respiration — Pupillenerweiterung nach 45 Sec. Maximum der Erweiterung nach 63 Sec.

Es wird das Rückenmark zwischen den 2.—3. Halswirbeln getrennt.

4. Unterbrechung der künstlichen Respiration — Beginn der Erweiterung nach 80 Sec. Maximum der Erweiterung nach 105 Sec.

Hieraus ist zu ersehen, dass die asphyctische Dilatation sich durch eine langdauernde Latenzperiode und durch langsames Ansteigen des Maximums kennzeichnet. Die herbeigeführte Erweiterung schwindet nach der Durchschneidung des Halssympathicus oder des Halsrückenmarkes nicht. Vielmehr zieht diese Durchschneidung eine Zunahme der Latenzperiode und ein noch langsameres Ansteigen des Maximums nach sich.

Versuch 36. 16/VII. 92. Ein junger grauer Kater mit gelber Iris. Chloroformnarkose. Exstirpation des linken Gang. cerv. supr. und Durchschneidung des rechten Halssympathicus. Gleich nach der Operation verengern sich beide Pupillen, die linke mehr als die rechte, die oberen Augenlider hängen ein wenig herab, das dritte Lid tritt vor und deckt einen Theil der Cornea.

22/VII. Beide Pupillen eng, aber von gleichem Durchmesser. Die Augenlidspalte verengert.

23/VII. Die linke Pupille etwas weiter als die rechte. Das dritte Lid tritt beiderseits weniger vor als nach der Operation, die Lidspalte ist aber noch verengert. Es wird die Vena jug. externa abpräparirt und 0,5 ccm Curarelösung injicirt. Die linke Pupille, welche schon vor dem Versuche weiter war als die rechte, erweitert sich jetzt unter Einwirkung von Curare noch mehr. Künstliche Athmung. Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Unterbrechung der künstlichen Athmung — Beginn der Erweiterung nach 101 Sec. Maximum der Erweiterung nach 124 Sec.

Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt.

2. Sistirung der künstlichen Athmung — Beginn der Erweiterung nach 89 Sec. Maximum der Erweiterung nach 108 Sec.

Das Rückenmark wird zwischen den 1.—2. Halswirbeln durchschnitten.

3. Sistirung der künstlichen Respiration — Beginn der Erweiterung nach 105 Sec. Maximum der Erweiterung nach 130 Sec.

In besagtem Versuche konnte die Leitungsunterbrechung der Rückenmarksdilatatoren durch Exstirpation des Gang. cerv. supr. und durch Durchschneidung des Rückenmarkes die asphyctische Pupillenerweiterung nicht beseitigen.

Vergleichen wir die Zahlen für den Beginn und das Maximum der Erweiterung unter Einwirkung der Asphyxie auf der Seite, wo das oberste Halsganglion exstirpirt worden war, mit denjenigen auf der Seite, wo nur der N. sympathicus durchschnitten war, so sehen wir, dass im ersteren Falle die Latenzperiode und das Maximum der Erweiterung viel langsamer erreicht wurden, als im letzteren. Dieser Umstand beweist uns noch einmal, dass die Exstirpation des obersten Ganglions der Durchschneidung des N. sympathicus nicht gleichbedeutend ist, was uns zum Schlusse über den tonisirenden Einfluss des betreffenden Ganglions berechtigt.

Es soll hier wiederum auf die Eigenthümlichkeit dieses Versuches hingewiesen werden, dass nämlich die Lähmungserscheinungen, welche unmittelbar nach der Operation auf der Seite mit dem exstirpirten Halsganglion stärker ausgesprochen waren, nach einigen Tagen daselbst in Abnahme begriffen und am siebenten Tage bereits auf der Seite mit dem durchschnittenen Halssympathicus mehr ausgeprägt waren.

Versuch 37. 18/VII. Bei einer Katze wird das rechte Gang. cerv. supr. exstirpirt und der linke Halssympathicus durchschnitten.

19/VII. Beide Pupillen sind eng, das dritte Lid tritt vor, die Lidspalte verengert. Alle diese Erscheinungen sind am rechten Auge mehr ausgeprägt als am linken.

27/VII. Beide Pupillen sind verengert, jedoch von gleichem Durchmesser. Auch in den übrigen Erscheinungen des Augenkomplexes ist an beiden Augen keine Differenz wahrzunehmen. Es wird die Vena jug. externa abpräparirt und 1,5 ccm einer $^1/_2$ %-

igen Curarelösung injicirt. Alsbald erweitert sich die rechte Pupille in geringem Grade, während die linke unverändert bleibt. Künstliche Respiration. Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt und registrirt:

1. Compression beider Carotiden — Beginn der Erweiterung nach 114 Sec. Maximum der Erweiterung nach 133 Sec.

Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

2. Compression beider Carotiden — Beginn der Erweiterung nach 92 Sec. Maximum der Erweiterung nach 112 Sec.

Es wird das Rückenmark zwischen den 1.—2. Halswirbeln durchschnitten.

3. Compression beider Carotiden — Beginn der Erweiterung nach 100 Sec. Maximum der Erweiterung nach 117 Sec.

In diesem Versuche konnte man sowohl durch Compression der Carotiden als durch Unterbrechung der Athmung Pupillenerweiterung herbeiführen. Die Latenzperiode war jedoch eine längere und das Maximum wurde langsamer erreicht auf derjenigen Seite, auf welcher das Ganglion exstirpirt worden war, als auf der Seite mit dem durchschnittenen Halssympathicus.

Versuch 38. 27/VII. 92. Ein grosser weisser Kater mit sehr heller Iris. Intracranielle Durchschneidung des linken N. oculomotorius nach der oben beschriebenen Methode.

15/VIII. Dieselben Lähmungserscheinungen von Seiten des linken N. oculomotorius. Abpräparirung der Vena jug. externa sinistra, Injection von 2,5 ccm Curarelösung. Künstliche Athmung. Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Sistirung der künstlichen Athmung — Beginn der Erweiterung nach 119 Sec. Maximum der Erweiterung nach 148 Sec. Nach 160 Sec. wird die künstliche Athmung abermals eingeleitet, 100 Sec. darauf zeigt die Pupille eine geringe Verengerung.
2. Die Sistirung der künstlichen Respiration wird wiederholt — Beginn der Erweiterung nach 111 Sec. Maximum der Erweiterung nach 135 Sec.

Es wird der linke N. sympathicus isolirt und durchschnitten.

3. Sistirung der künstlichen Respiration — keine Veränderung des Pupillendurchmessers bis zum Tode des Thieres.

Nach dem Tode zeigt die rechte Pupille Erweiterung ad maximum, die linke — Erweiterung mässigen Grades, welche jedoch geringer war als vor dem Versuche (in Folge Durchschneidung des N. sympathicus).

Wir ersehen aus diesem letzteren Versuche, dass die Durchschneidung des N. oculomotorius, 19 Tage vor dem Experiment ausgeführt, die asphyctische Pupillenerweiterung nicht beeinflusst hatte; nur trat sie langsamer als unter normalen Bedingungen auf. Als aber neben dem N. oculomotorius auch der entsprechende N. sympathicus durchschnitten worden, war auf derselben Seite keine asphyctische Pupillenerweiterung mehr wahrzunehmen.

Versuch 39. 5/VIII. 92. Eine schwarze Katze mit gelber Iris. Intracranielle Durchschneidung des linken N. oculomotorius. 15 Tage nach der Operation wird das Thier dem Versuche unterzogen, welcher denselben Befund ergiebt, wie der vorige.

Aus der Versuchsreihe, die zum Zwecke der Untersuchung über den Einfluss der Asphyxie auf die Pupillendilatation ausgeführt worden ist, hat sich ergeben, dass der Wegfall aller Rückenmarksdilatatoren in Folge Durchschneidung des Halssympathicus resp. Exstirpation des Ganglion cervic. supr. das Auftreten der asphyctischen Erweiterung nicht beseitigt, sondern nur verlangsamt. Die Thatsache weist auf das Vorhandensein noch einer cerebralen Bahn für die asphyctische Erweiterung hin, wie das bereits von Balogh, Vulpian und Nawalichin nachgewiesen wurde. Aus den Versuchen 38 und 39 überzeugten wir uns, dass die Durchschneidung des N. oculomotorius, längere Zeit vor dem Versuche ausgeführt, das Auftreten der asphyctischen Erweiterung auf der entsprechenden Seite verlangsamt und dass die darauffolgende Durchschneidung des Halssympathicus die asphyctische Erweiterung völlig unterdrückt. Daraus schliessen wir, dass die asphyctische Pupillenerweiterung einen komplicirten Act darstellt. Sie ist einerseits abhängig von der activen Erregung durch dyspnoisches Blut des Pupillenerweiterungscentrums, dessen Impulse durch das Rückenmark und den Halssympathicus zum Auge fortgeleitet werden, andererseits ist sie ein passiver Act, bedingt durch Hemmung des Oculomotoriuscentrums in Folge Reizung des letzteren durch dasselbe dyspnoische Blut. Zur Bestätigung unserer Ansicht kann die Beobachtung von Grünhagen und Cohn[1]) dienen. Wenn man nämlich bei einem Kaninchen, dem man vorher die Pupille mit Atropin ad maximum erweitert hat, alle zum Gehirn aufsteigenden Arterien unterbindet, so erfolgt gleichzeitig mit dem Einsetzen von Krämpfen auch eine stärkere Pupillenerweiterung. Durchschneidet man den Stamm des N. sympathicus, so bleibt diese Zunahme des Pupillardiameters aus. Grünhagen und Cohn entnehmen daraus, dass es kein Centrum cilio-spinale, sondern nur ein Centrum cilio-

cerebrale giebt; aber derselbe Versuch bestätigt in vortrefflicher Weise auch unseren Schluss über den Einfluss der Asphyxie auf die Pupillenerweiterung.

Kapitel VI.

Untersuchungen über den Einfluss der grossen Hirnhemisphären auf die Erweiterung der Pupille.

A. Einfluss der elektrischen Reizung der Rinde und der weissen Substanz der grossen Hirnhemisphären auf die Pupillendilatation.

Als Versuchsthiere wurden zu diesem Behufe meistentheils Katzen, selten Hunde gewählt. Die Trepanation des Schädels und die Erweiterung des Trepanationsloches mit der Knochenscheere wurde nach der oben beschriebenen Methode bewerkstelligt. Zur Sistirung der Blutung aus der Diploë wurde ein Gemisch aus Fett und Wachs verwendet. In die Dura mater wurde alsdann ein Stich mit einer Nadel gemacht, die Stichwunde mit einer kleinen Scheere erweitert und die Dura mater in nöthiger Ausdehnung entfernt. Zum Schutze des Gehirns vor Abkühlung wurde die Hirnoberfläche mit feuchten warmen Wattecompressen bedeckt. Als Erreger diente das grosse Inductorium von Du Bois-Reymond von der Stärke eines Bunsen oder zweier Grenet.

Die Entfernung der Elektrodenenden betrug 2—5 mm. Die Ströme wurden entweder so schwach genommen, dass sie auf der Zungenspitze kaum eine Empfindung hinterliessen, oder von mittlerer Stärke, so dass die auf der Zunge erzeugte Empfindung leicht ertragen werden konnte, während dieselbe auf der Lippe kaum fühlbar war. In Ausnahmefällen wurden auch starke Ströme verwendet, die für die Zunge zu empfindlich waren.

In allen diesen Versuchen, falls nicht direkt angegeben, bestand die Reizung in Berührung ohne Zerreissung der Pia mater.

Bevor wir zur Darlegung unserer Versuche schreiten, wollen wir zunächst die Nomenclatur der Windungen beim Hunde nach Ellenberger angeben, da wir uns im Nächstfolgenden dieser Nomenclatur bedienen werden.

An der oberen Gehirnfläche des Hundes unterscheidet man vier bogenförmige Windungen. Die erste — Gyrus sylviacus — theilt man in eine vordere (anterior) und eine hintere (posterior) (G. sy. a.; G. sy. p. Abb. 21).

Die zweite bogenförmige Windung — Gyrus ectosylvius — theilt man in eine vordere (anterior), mittlere (medius) und hintere (posterior) (G. ect. a.; G. ect. m.; G. cet. p.).

Die dritte Windung — Gyrus coronalis. Ihr vorderer Theil nennt sich — G. suprasylvius anterior (G. ss. a.); ihr mittlerer und hinterer Theil werden durch eine besondere Furche in zwei Abschnitte: in einen lateralen und in einen medialen — Gyrus ectolateralis (G. ect.) getheilt. Die Furche heisst Fissura ectolateralis. Der laterale Abschnitt theilt sich wiederum in zwei — Gyrus suprasylvius medius (G. ss. m.) und Gyrus suprasylvius posterior (G. ss. p.).

Die vierte bogenförmige Windung — Gyrus marginalis. Ihr vorderer Theil besteht aus dem Gyrus centralis anterior (G. ce. a.) und dem Gyrus centralis posterior (G. ce. p.); der erstere liegt vor, der letztere hinter der Fissura cruciata; beide sind vom vorderen Ende der Fissura coronalis umgeben. Der mittlere und hintere Theil der vierten Windung zerfallen in a) einen lateralen — Gyrus (G. ent.) entolateralis und b) einen medialen — Gyrus suprasplenialis (G. ssp.). Nach der alten Nomenclatur bilden der Gyrus centralis anterior und der G. cent. posterior eine Windung — Gyrus sygmoideus, dessen vorderer Theil — Pars praecruciata, dessen hinterer Theil — Pars postcruciata genannt werden.

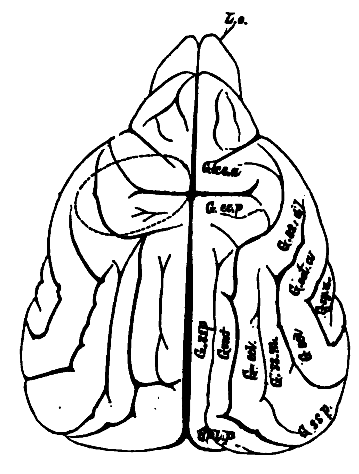


Abb. 21

stellt die obere Gehirnfläche des Hundes dar. *G. sy. a.* Gyrus sylviacus anterior; *G. sy. p.* Gyrus sylviacus posterior; *G. ect. a.* Gyrus ectosylvius anterior; *G. ect. m.* Gyrus ectosylvius medius; *G. ss. a.* Gyrus suprasylvius anterior; *G. ss. m.* Gyrus suprasylvius medius; *G. ss. p.* Gyrus suprasylvius posterior; *G. ect.* Gyrus ectolateralis, *G. ce. a.* Gyrus centralis anterior; *G. ce. p.* Gyrus centralis posterior; *G. ent.* Gyrus entolateralis; *G. ssp.* Gyrus suprasplenialis.

Versuch 40. 5/XII. 91. Ein grosser Hund mit dunkler Iris. Chloroformnarcose. Trepanation des Schädels im Gebiete des linken Scheitelbeines. Blosslegung der vorderen Theile der linken bogenförmigen Windungen. Nachdem sich das Thier vom Chloroform erholt, werden die Lider mit einem Federblepharostat auseinander gehalten und die Reizung der blossgelegten Hirnoberfläche wird vorgenommen.

Die Pupillenbewegung wird nicht registrirt.

1. Reizung des Gyrus centralis anterior durch einen schwachen Strom ($i = 120$ mm) — mässige Pupillenerweiterung.
2. Reizung des Gyrus centralis posterior durch denselben Strom — mässige Pupillenerweiterung.

3. Reizung der Vereinigungsstelle der 3. und 4. bogenförmigen Windungen, d. i. derjenigen Windung, welche vom Ende der Fissura coronalis umgeben ist (i = 120 mm) — mässige Pupillenerweiterung.
4. Reizung des Gyrus suprasylvius anterior durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — mässige Pupillenerweiterung.
5. Reizung des vorderen Theiles des Gyrus ectosylvius (der 2. bogenförmigen Windung) durch denselben Strom (i = 120)— keine Wirkung.
6. Reizung derselben Hirnstelle durch einen mittelstarken Strom (i = 80 mm) — keine Wirkung.
7. Reizung derselben Hirnstelle durch einen starken Strom (i = 30 mm) — starke Pupillenerweiterung beiderseits. Epileptischer Anfall.

Nach Ablauf der Krämpfe wird das Trepanationsloch nach hinten erweitert und die mittleren Theile der linken bogenförmigen Windungen blossgelegt.

8. Reizung des Gyrus suprasylvius medius durch einen schwachen Strom — keine Reaction.
9. Reizung desselben Hirntheiles durch einen mittelstarken Strom (i = 90 mm) — keine Wirkung.
10. Reizung des mittleren Theiles des Gyrus marginalis (ecto- et entolateralis) durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) ohne Erfolg.
11. Reizung des Gyrus centralis anter. durch einen schwachen Strom ergiebt wiederholt Pupillenerweiterung.

Während dieser Versuche war auf Reizung des Gehirns gleichzeitig mit der Erweiterung der rechten Pupille auch Erweiterung der linken ohne Unterschied im Durchmesser beider zu constatiren. Als active Stellen haben sich erwiesen: Gyrus centralis anterior et posterior und der sie verbindende Gehirntheil, d. i. der ganze Gyrus sygmoideus; ebenfalls der Gyrus suprasylvius anterior. Auf Abb. 21 ist der ganze active Bezirk mit einer punctirten Linie bezeichnet.

Versuch 41. 2/VII. An einem grossen Hunde mit hellgelber Iris wird der Versuch wiederholt; als aktive Stellen erwiesen sich hierbei dieselben Hirnpartieen, wie im vorigen Versuch.

Versuch 42. 10/X. 92. An einem kleinen Hunde mit gelblicher Iris wurde der Versuch nochmals ausgeführt. Es erfolgte Pupillendilatation nur auf Reizung der den Sulcus cruciatus unmittelbar umgebenden Windungen, d. i. des ganzen Gyrus sygmoideus. Die Reizung des Gyrus suprasylvius anterior ergab entgegengesetzt den vorigen Versuchen keine Pupillenerweiterung.

Reizung der ausserhalb des activen Bezirkes gelegenen Hirnoberfläche vermittelst schwacher und mittelstarker Ströme ergab nirgends eine Reaction der Pupille. Nur starke Ströme bewirkten epileptische Anfälle mit maximaler Erweiterung beider Pupillen.

Noch drei analoge Versuche wurden von uns angestellt, wo wir nach Bestimmung der für die Pupille activen Rindentheile beim Hunde dieselben exstirpirten. In allen diesen Versuchen erwiesen sich als activ der Gyrus sygmoideus und der Gyrus suprasylvius anterior. In Bezug auf die Localisation des activen Rindebezirkes beim Hunde stimmen unsere Ergebnisse mit denjenigen von Fr. Franck vollständig überein. Was aber die Ver-

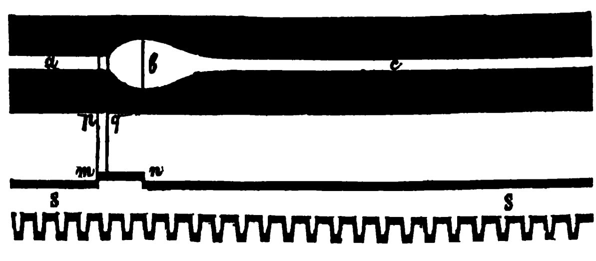


Abb. 22.

a Pupille nach Blosslegung der Hirnrinde. b Erweiterung nach Reizung des Gyrus centralis anterior. c Verengerung bis zur Norm. m und n Anfang und Ende der Reizung. pq Latenzperiode. Natürliche Grösse.

engerung der Pupille anbelangt, die der ebengenannte Forscher auf Reizung der Rinde zuweilen beobachtet hatte, so haben wir sie niemals während unserer Versuche constatiren können.

Versuch 43. 15/IV. 92. Eine weisse Katze mit gelblichblauer Iris. Abpräparirung der Vena jugularis externa. Injection von 2,0 ccm Curarelösung. Künstliche Respiration. Trepanation des Schädels im Gebiete des rechten Scheitelbeines. Blosslegung des vorderen Theiles der rechten Hirnhemisphäre. Hinstellung des Apparates vor dem linken Auge.

Es wird registrirt:

1. Reizung des Gyrus centralis anterior durch einen schwachen Strom ($i = 120$ mm) — Pupillenerweiterung von 1,8 bis 7,9 mm. Latenzperiode = 0,45 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,0 Sec. Die Erweiterung erinnert an den Typus der directen Erweiterung (vom N. sympathicus aus), zeigt aber gewisse Unterschiede (s. Abb. 22).

2. Reizung des Gyrus centralis posterior durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Erweiterung der Pupille von 1,6 bis 7,5 mm. Latenzperiode = 0,46 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,1 Sec.
3. Reizung desjenigen Theiles des Gyrus sygmoideus, welcher vom vorderen Theile der Fissura coronalis umgeben ist, vermittelst eines schwachen Stromes (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 1,8 bis 7,4 mm. Latenzperiode = 0,44 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,3 Sec.
4. Reizung des Gyrus suprasylvius anterior (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 2,5 bis 8,2 mm. Latenzperiode = 0,44 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,2 Sec.
5. Reizung des vorderen Theiles des Gyrus ectosylvius (der 2. bogenförmigen Windung) durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — keine Reaction.
6. Reizung derselben Stelle durch einen mittelstarken Strom (i = 70 mm) — keine Reaction.
7. Reizung des mittleren Theiles der dritten bogenförmigen Windung (G. suprasylvius et Gyrus ectolateralis medius) durch schwachen und mittelstarken Strom (i = 120 und 70 mm) — keine Reaction.
8. Reizung des mittleren Theiles der vierten bogenförmigen Windung (G. entolateralis et suprasplenialis medius) durch schwachen (i = 120 mm) und mittelstarken (i = 70 mm) Strom — keine Reaction.

Es wird der linke Halssympathicus abpräparirt und durchschnitten.

9. Reizung des Gyrus centralis anterior durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 2,1 bis 3,5 mm. Latenzperiode = 0,7 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,4 Secunden.

Der Erweiterungstypus hat sich scharf verändert und erinnert an die reflectorische Erweiterung nach Durchschneidung des N. sympathicus.

10. Reizung des Gyrus centralis posterior durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 2,2 bis 5,5 mm. Latenzperiode = 0,7 Sec. Maximum der Erweiterung nach 13,0 Secunden.
11. Reizung des Gyrus suprasylvius anterior durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 2,7 bis 4,8 mm. Latenzperiode = 0,65 Sec. Maximum der Erweiterung nach 3,5 Sec.

Es wird das Rückenmark zwischen den 2.—3. Halswirbeln durchschnitten.

12. Reizung des Gyrus centralis anterior durch einen schwachen Strom ($i = 120$ mm) — Pupillenerweiterung von 1,0 bis 2,6 mm. Latenzperiode = 0,7 Sec. Maximum der Erweiterung nach 4,5 Sec.
13. Reizung des Gyrus centralis posterior durch einen schwachen Strom ($i = 120$ mm) Pupillenerweiterung von 1,5 bis 4,2 mm. Latenzperiode = 0,7 Sec. Maximum der Erweiterung nach 5,5 Sec.
14. Reizung des Gyrus suprasylvius anterior durch einen schwachen Strom ($i = 120$ mm) — Pupillenerweiterung von 2,0 bis 4,0 mm. Latenzperiode = 0,82 Sec. Maximum der Erweiterung nach 6,0 Sec.

Dieser Versuch zeigt, dass bei der Katze ebenso wie beim Hunde als active Stellen für die Pupille der Gyrus centralis anterior et posterior, d. i. der ganze Gyrus sygmoideus, und ferner der Gyrus suprasylvius anterior zu betrachten sind. Die punctirte Linie auf Abb. 23 bezeichnet den ermittelten activen Bezirk für die Pupille. Das auf Reizung der Rinde erhaltene Photogramm ist der Curve der directen Erweiterung ähnlich, unterscheidet sich jedoch von der letzteren durch seine grössere Latenzperiode, langsameren Eintritt des Maximum's der Erweiterung und schnellere Verengerung bis zur Norm, wie das Abb. 22 zeigt. Die Pupillenerweiterung erfolgt auf Reizung der activen Stellen der Rinde selbst nach Durchschneidung des sympathischen Nerven; es ändert sich nur hierbei scharf der Charakter der Curve: die Latenzperiode wird nämlich länger, das Maximum der Erweiterung wird langsamer erreicht und das Absteigen erfolgt nicht so schnell. Die Durchschneidung des Rückenmarkes in der Höhe der obersten Halswirbel unterdrückt ebenfalls die Pupillenerweiterung auf Reizung der Rinde nicht.

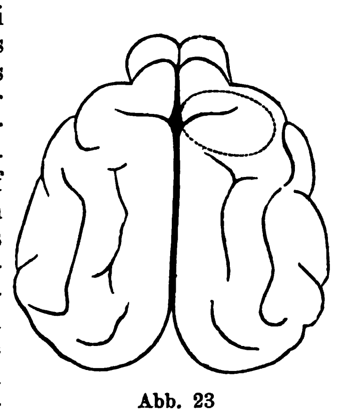


Abb. 23

stellt die obere Fläche des Katzenhirns dar. Der active Bezirk ist von einer punctirten Linie umgeben.

Aus all' dem können wir schliessen, dass die Uebertragung der Erregung von der Rinde auf die Pupille auf einem cerebralen Wege stattfindet.

Versuch 44. 16/IV. 92. Die Wiederholung des vorigen Versuches an einer schwarzen Katze mit gelber Iris ergiebt, dass für die Pupille als activer Rindenbezirk dieselben Stellen gelten. Am

activsten erwies sich derjenige Theil der vierten Windung, welcher vom vorderen Ende der Fissura coronalis umgeben ist, d. i. das Knie des Gyrus sygmoideus. Reizung der Rinde sowohl der linken als der rechten Hemisphäre ergab fast die gleiche Erweiterung ein und derselben Pupille. Die Erweiterung auf Reizung der Rinde blieb auch nach Durchschneidung des N. sympathicus nicht aus, veränderte jedoch ihren Typus. Die sich anschliessende Trennung des Rückenmarkes konnte ebenfalls diese Erweiterung nicht beseitigen.

Versuch 45. 15/VII. 92. Ein grauer junger Kater mit sehr heller Iris. Exstirpation des Gang. cerv. suprem. sinist. Gleich darauf: Verengerung der linken Pupille, Vortreten des dritten Lides, Verengerung der Augenlidspalte.

20/VII. Dieselben Erscheinungen am linken Auge.

25/VII. Die linke Pupille ist etwas weiter als nach der Operation; das dritte Lid tritt weniger vor; die linke Augenlidspalte ist verengert. Es wird die Vena jugularis ext. isolirt und 0,5 ccm einer $^1/_2$ $^0/_0$ Curarelösung injicirt. Künstliche Respiration. Trepanation des Schädels. Blosslegung der Windungen an den Vordertheilen beider Hemisphären. Hinstellung des Apparats vor dem linken Auge.

Es wird registrirt:

1. Reizung des Gyrus sygmoideus der linken Hemisphäre durch einen schwachen Strom (i = 100 mm) — Pupillenerweiterung von 2,2 bis 3,5 mm. Latenzperiode = 0,8 Sec. Maximum der Erweiterung nach 5 Sec.
2. Reizung des Gyrus sygmoideus der linken Hemisphäre durch einen schwachen Strom (i = 110 mm) — Pupillenerweiterung von 2,2 bis 4,3 mm. Latenzperiode = 0,7 Sec. Maximum der Erweiterung nach 5 Sec.
3. Reizung des Gyrus suprasylvius anterior der linken Hemisphäre durch einen schwachen Strom — Pupillenerweiterung von 2,4 bis 4,4 mm. Latenzperiode = 0,79 Sec. Maximum der Erweiterung nach 5,2 Sec.
4. Reizung des Gyrus suprasylvius anterior der rechten Hemisphäre durch einen schwachen Strom (i = 130 mm) — Pupillenerweiterung von 2,2 bis 4,3 mm. Latenzperiode = 0,8 Sec. Maximum der Erweiterung nach 5,5 Sec.

Aus diesem Versuche ist zu ersehen, dass die vollständige Ausschaltung aller Rückenmarksdilatatoren in Folge Exstirpation des obersten sympathischen Halsganglions das Auftreten der Erweiterung auf Reizung der activen Stellen der Rinde nicht hindert.

Versuch 46. 21/VIII. 92. Zweite Hälfte des Versuches 20. In der ersten Hälfte des Versuches wurde bei einer Katze am 11/VIII. d. i. zehn Tage vor dem Versuche, das Ganglion cervicale suprem. dext. exstirpirt und der N. sympathicus sinister durchschnitten. Darauf wurde das Thier curarisirt und es ergab sich auf Reizung des centralen Segmentes des N. ischiadicus mit Hilfe des photographischen Apparates beiderseitige Pupillenerweiterung. Da die Katze zu Beginn der zweiten Hälfte des Versuches Bewegungen machte, wurde ihr noch 0,5 ccm Curarelösung injicirt. Darauf folgte Trepanation des Schädels; Blosslegung der vorderen Theile der bogenförmigen Windungen; Hinstellung des Apparates vor dem rechten Auge.

Es wird registrirt:

1. Reizung des Gyrus sygmoideus der rechten Seite vermittelst eines schwachen Stromes ($i = 120$ mm) — Pupillenerweiterung von 0,9 bis 2,4 mm. Latenzperiode beträgt 1,0 Sec. Maximum der Erweiterung nach 7 Sec.
2. Reizung des Gyrus sygmoideus der linken Seite durch einen schwachen Strom ($i = 120$ mm) Pupillenerweiterung von 1,0 bis 2,3 mm. Latenzperiode = 1,0 Sec. Maximum der Erweiterung nach 6,5 Sec.

Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

3. Reizung des Gyrus sygmoideus der linken Seite durch einen schwachen Strom ($i = 120$ mm) — Pupillenerweiterung von 1,0 bis 2,9 mm. Latenzperiode = 0,86 Sec. Maximum der Erweiterung nach 4,0 Sec.
4. Reizung des Gyrus sygmoideus der rechten Seite durch einen schwachen Strom ($i = 120$ mm) — Pupillenerweiterung von 1,0 bis 3,0 mm. Latenzperiede = 0,8 Sec. Maximum der Erweiterung nach 4,2 Sec.

Auch hier hat sich erwiesen, dass die Durchschneidung des N. sympathicus und die Exstirpation des Gang. cerv. suprem. das Auftreten der Pupillenerweiterung auf Reizung der Hemisphärenrinde nicht beeinflussen. Auch zeigt dieser Versuch nochmals, dass die Exstirpation des Gang. cerv. suprem. der Durchschneidung des N. sympathicus nicht gleichkommt, da die Latenzperiode und die Zeit des Ansteigens des Maximum's der Pupillenerweiterung hier bei der Reizung der Rinde ebenso wie bei der reflectorischen Erweiterung der Pupille von den sensibeln Nerven aus — auf der Seite mit exstirpirtem Ganglion grösser ist, als auf der Seite mit dem durchschnittenen Halssympathicus. Wie wir bereits oben betont haben, kann man hieraus auf den tonisirenden Einfluss des Gang. cerv. suprem. auf die sympathischen Pupillendilatatoren schliessen.

Versuch 47. 1/VII. 92. Ein grosser rothhaariger Kater mit gelber Iris. Injection in die Vena jug. ext. von 2,5 ccm Curarelösung. Künstliche Respiration. Trepanation des Schädels. Blosslegung der vorderen Theile beider Hemisphären. Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Reizung des Gyrus sygmoideus der linken Hirnhälfte durch einen schwachen Strom ($i = 100$ mm) — Pupillenerweiterung von 2,1 bis 7,1 mm. Latenzperiode = 0,44 Sec. Maximum der Erweiterung nach 3,2 Sec.

Der ganze active Bezirk der linken Hemisphäre wird excidirt. Nach Sistirung der Blutung wird die Beobachtung fortgesetzt.

2. Reizung der weissen Substanz, welche unterhalb des activen Rindenbezirkes gelegen ist, durch einen schwachen Strom ($i = 110$ mm) — Pupillenerweiterung von 3,2 bis 7,6 mm. Latenzperiode = 0,34 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,2 Sec.
3. Dieselbe Reizung wird mit gleichem Resultat wiederholt.

Das knöcherne Schädelgewölbe der rechten Seite wird zum grossen Theile entfernt und die rechte Hemisphäre in grosser Ausdehnung blossgelegt. Letztere wird leicht erhoben und der Stamm des N. trigeminus so nah am Gehirn als möglich mit dem Neurotome durchschnitten.

4. Reizung des Gyrus sygmoideus der rechten Hemisphäre durch einen schwachen Strom ($i = 110$ mm) — Pupillenerweiterung von 2,0 bis 3,7 mm. Latenzperiode = 0,5 Sec. Maximum der Erweiterung nach 3,5 Sec.
5. Dieselbe Reizung wird mit gleichem Erfolg wiederholt. Der rechte Halssympathicus wird abpräparirt und durchschnitten.
6. Reizung des Gyrus sygmoideus der rechten Hemisphäre durch einen schwachen Strom ($i = 110$ mm) — Pupillenerweiterung von 1,5 bis 3,9 mm. Latenzperiode = 0,6 Sec. Maximum der Erweiterung nach 3,6 Sec.

Aus diesem Versuche entnehmen wir, dass die Pupillenerweiterung auf Reizung der unterhalb des activen Rindenfeldes gelegenen weissen Substanz sich durch ihre kürzere Latenzperiode und durch rascheres Ansteigen des Maximum's der Erweiterung kundgiebt. Dieser Umstand ist wahrscheinlich auf die grössere Leistungsfähigkeit der weissen Substanz im Vergleich mit der grauen zurückzuführen[1]). Wir sehen ferner aus diesem Versuche,

[1]) Die kürzere Dauer der Latenzperiode für die weisse Substanz im Vergleich mit der grauen wurde durch die Arbeiten von Carville und Duret, Bubnow, Heidenhain und Tscherewkow nachgewiesen. Siehe die Inauguraldissertation von Tscherewkow: „Ueber den Einfluss der Grosshirnhemisphären auf das Herz und das Gefässsystem". 1892, Charkow (pag. 41).

dass trotz der combinirten Durchschneidung des N. sympathicus und des N. trigeminus die Pupillenerweiterung auf Reizung der Rinde stattfindet. Daher ist man zum Schlusse berechtigt, dass der Impuls zur Erweiterung auf einem anderen Wege übertragen wird.

Versuch 48. 7/VII. 92. An einer grossen grauen Katze wird der vorige Versuch wiederholt. Dasselbe Resultat.

Versuch 49. 23/VII. 92. Ein grosser grauer Kater mit heller Iris. Intracranielle Durchschneidung des rechten N. oculomotorius. Nach der Operation am rechten Auge: Mydriasis, Ptosis und Ablenkung des Augapfels nach aussen. Die Sensibilität der Cornea nicht gestört.

5/VIII. Alle paralytischen Erscheinungen von Seiten des N. oculomotorius in statu quo. Das Thier ist ganz wohl. Es wird 2,5 ccm Curarelösung in die Vena jug. injicirt und künstliche Athmung eingeleitet. Darauf wird die Trepanation des Schädels und die Blosslegung der vorderen Theile beider Hemisphären ausgeführt. Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Reizung des Gyrus sygmoideus der rechten Hemisphäre durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — ohne Erfolg.
2. Dieselbe Reizung bei i = 100 mm — kein Erfolg.
3. Dieselbe Reizung bei i = 70 mm — kein Erfolg.
4. Dieselbe Reizung bei i = 50 mm — kein Erfolg.
5. Reizung des Gyrus sygmoideus der linken Hemisphäre durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — kein Erfolg.
6. Dieselbe Reizung bei i = 100 mm — kein Erfolg.
7. Dieselbe Reizung bei i = 70 mm — kein Erfolg.
8. Dieselbe Reizung bei i = 50 mm — kein Erfolg.
9. Reizung des Gyrus suprasylvius anterior der rechten Hemisphäre durch einen mittelstarken Strom — (i = 70 mm) — kein Erfolg.
10. Reizung des Gyrus suprasylvius anterior der linken Hemisphäre durch einen mittelstarken Strom — (i = 70 mm) — kein Erfolg.
11. Reizung des Gyrus sygmoideus durch einen starken Strom (i = 10 mm) — maximale Erweiterung beider Pupillen. Schwach ausgesprochene Krämpfe in sämmtlichen Rumpfmuskeln. Die Erweiterung hielt so lange an, bis die Zuckungen in einzelnen Muskeln aufhörten.

In dem besagten Versuch konnte man nach vorausgegangener Durchschneidung des N. oculomotorius (13 Tage vor dem Versuche) auf Reizung der Rinde durch schwache und mittelstarke Ströme keine Veränderung des Pupillendurchmessers hervorbringen (siehe

Abb. 24). Dass die Pupillenerweiterung bei Anwendung starker Ströme eintritt, ist auf den epileptischen Anfall zu beziehen, welcher bei schwacher Curarisirung des Thieres leicht wahrnehmbar und constatirt werden konnte.

Versuch 50. 29/VII. 92. Eine schwarze Katze mit hellgelber Iris. Intracranielle Durchschneidung des N. oculomotorius sinister.

19/VIII. Die Erscheinungen der completen Paralyse des N. oculomotorius haben keineswegs abgenommen. Das Thier wird dem Experimente unterzogen, welches den gleichen Befund ergiebt, wie der vorige Versuch.

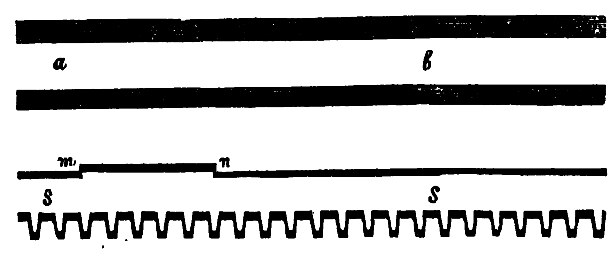


Abb. 24.

a Pupille auf der Seite der intracraniellen Durchschneidung des N. oculomotorius. *b* Pupille nach Reizung des activen Rindenfeldes durch einen mittelstarken Strom. *m* und *n* Anfang und Ende der Reizung. Natürliche Grösse.

Auch in diesem Versuch trat die Pupillenerweiterung auf Reizung der Rinde auf, trotzdem der N. oculomotorius 19 Tage vor dem Versuche durchschnitten worden war. Reizung des Halssympathicus rief maximale Erweiterung hervor.

Versuch 51. 4/VII. 92. Ein weisse Katze mit heller Iris. Intracranielle Durchschneidung des linken N. oculomotorius. Die Paralyse des linken N. oculomotorius ist am 24. desselben Monats in statu quo. Es wird am Thier das Experiment vorgenommen. Das Resultat stimmt mit dem des vorigen Versuches überein.

Sowohl in diesem, als in den vorigen Versuchen war die Durchschneidung des N. oculomotorius, 20 Tage vorher ausgeführt, insofern von Einfluss auf das Resultat, als die darauf vorgenommene Reizung des activen Rindenfeldes vermittelst schwacher und mittelstarker Ströme keine Pupillenerweiterung auf der operirten Seite hervorzurufen vermochte, während die contralaterale Pupille prompt auf schwache Reize der Rinde reagirte.

Aus der Reihe von Versuchen, die den Einfluss der elektrischen Reizung der Rinde auf die Pupille ermitteln sollten, ist zu erschliessen, dass die Rinde active Stellen besitzt, deren Reizung stets Pupillenerweiterung zur Folge hat. Diese Erweiterung darf jedoch nicht auf Reizung der sensibeln oder der sympathischen Fasern bezogen werden, welche bewirkt werden könnte, wenn elektrische Stromschleifen bis zur Schädelbasis dringen würden. Dass dies nicht der Fall ist, zeigt uns die Thatsache, dass bei Reizung anderer Rindentheile durch viel stärkere Ströme keine Pupillenerweiterung zu Stande kommt, andererseits spricht dagegen auch die von uns angewendete geringe Stromstärke. Die activen Stellen des Hundehirns sind beim Vergleich mit der Katze dieselben; sie entsprechen nämlich dem Gyr. sygmoideus und dem vorderen Theile des Gyr. suprasylvius anter. In Bezug auf die Localisation des activen Rindenfeldes beim Hunde stimmen unsere Ergebnisse mit denjenigen von Fr. Franck überein. Was die Katze betrifft, so weicht unser Befund etwas von demjenigen von Fr. Franck ab. Während nach Fr. Franck der vordere Theil des Gyr. sygmoideus inactiv ist und nur der Gyr. suprasylvius einen deutlichen Effect zeigt, haben wir uns dagegen mehrfach überzeugen können, dass die Reizung des vorderen Astes des Gyr. sygmoideus stets von deutlichem Erfolg ist, obschon wir zugeben, dass auf Reizung des Gyr. suprasylvius anterior der Effect grösser ist, als auf Reizung des Gyr. sygmoideus. Reizung der unterhalb der activen Rindentheile gelegenen Partieen der weissen Substanz ruft ebenfalls Pupillenerweiterung hervor, nur ist hier die Periode der latenten Reizung eine kürzere als bei Reizung der Rinde. Entgegengesetzt den Angaben von Knoll, Hensen, Völkers, Ferrier und Katschanowski und ganz übereinstimmend mit den Ergebnissen von Bochefontaine, Bessau und Mislawski rief in unseren Versuchen die Reizung der Rinde Pupillenerweiterung selbst nach Durchschneidung des Halssympathicus, nach Exstirpation des Gang. cerv. supr. und Trennung des Rückenmarkes in der Höhe der oberen Halswirbel hervor. Daraus schliessen wir, dass die activen Stellen nicht als Rindencentren für den N. sympathicus aufzufassen sind und dass die Pupillenerweiterungsimpulse aus dem activen Rindenfelde auf einem anderen Wege fortgeleitet werden. Als Leitungsnerv für diese Impulse ist durchaus nicht der Stamm des N. trigeminus anzusprechen, da die Durchschneidung dieses Nerven hinter dem Gang. Gasseri, combinirt mit der Durchschneidung des N. sympathicus, das Auftreten der Erweiterung auf Reizung der Rinde nicht hemmt. Da aber die Durchschneidung des N. oculomotorius, längere Zeit vor dem Experiment ausgeführt, bei Integrität aller übrigen Nervenbahnen die

Pupillendilatation auf Reizung der activen Rindenstellen vollständig unterdrückt, so können wir schliessen, dass die Hemisphärenrinde Pupillenerweiterung dadurch hervorruft, dass sie die Thätigkeit des Oculomotoriuscentrums hemmt. In diesem Sinne finden unsere Versuche eine Unterstützung in den Untersuchungen von Mislawski, welcher auf Reizung der Rinde selbst bei durchschnittenem N. trigeminus (hinter dem Gang. Gasseri) und Halssympathicus oder bei Trennung des Rückenmarkes in der Höhe des ersten Halswirbels und der Medulla oblongata hinter den Vierhügeln Pupillenerweiterung eintreten sah. Dagegen bei Durchschneidung des N. oculomotorius oder des N. trigeminus vor dem Gang. Gasseri blieb auf Reizung der Rinde die Erweiterung aus. Mislawski schliesst daraus, dass die Rinde zweierlei Einfluss ausübt: activen auf die Dilatatorencentren und depressiven auf das Centrum des N. oculomotorius. Indem wir die hemmende Wirkung der Rinde auf das Centrum des N. oculomotorius ohne Weiteres zugeben, sehen wir keine Veranlassung zur Annahme einer activen Beeinflussung der Dilatatorencentren von Seiten der Rinde, da in unseren Versuchen die Durchschneidung aller bekannten Dilatatoren die Pupillenerweiterung auf Reizung der Rinde nicht unterdrückte, wohl aber die Durchschneidung des N. oculomotorius. Es muss hier erwähnt werden, dass Fr. Franck nach Durchschneidung des N. oculomotorius auf Reizung der Rinde sogar eine schnellere Erweiterung der Pupille eintreten sah[1]) und dass Bessau auf Reizung der activen Rindenstellen Pupillenerweiterung in einem atropinisirten Auge beobachten konnte. In Bezug auf diese Beobachtung von Bessau ist hier zu bemerken, dass die Atropinisirung überaus nicht der Durchschneidung des N. oculomotorius gleichkommt, insbesondere wenn diese Durchschneidung des genannten Nerven eine Zeit vor dem Versuche stattfindet, während welcher alle seine zum Auge verlaufenden Fasern zu degeneriren pflegen. Was die Behauptung von Fr. Franck anbelangt, so ist uns nicht bekannt, wie viel Zeit er zwischen der Durchschneidung des Nerven und dem Beginn des Versuches hingehen liess. Wenn er diese Durchschneidung während des Versuches vornahm, so hat das nichts zu sagen, da man nach Durchschneidung des N. oculomotorius noch auf seine intraocularen Ganglien reflectorisch oder noch häufiger vom N. trigeminus einwirken kann, welcher nach Merkel[2]) mit dem N. oculomotorius

---

[1]) „Quand nous avous sectionné d'un côté le nerf moteur oculaire commun, c'est-à-dire les filets irido-constricteurs, nous avons vu l'excitation corticale produire beaucoup plus rapidement la dilatation pupillaire“ (pag. 235).

[2]) Graefe und Saemisch, Handbuch der gesammten Augenheilkunde I, pag. 123.

durch eine Anastomose in Verbindung steht. Eine Stütze findet unsere Ansicht in der Beobachtung von Stellwag von Carion[1]), welcher die Pupille sowohl nach Durchschneidung des N. oculomotorius, als in einem atropinisirten Auge sich sogar verengern sah und zwar entweder in Folge Erregung der intraocularen Ganglien oder reflectorisch in Folge Reizung der sensibeln Trigeminusäste: „Da complette Leitungsunterbrechungen des Oculomotoriusstammes," sagt er, „das Verhalten der künstlich erweiterten Pupille gegen directe und reflectirte Reizungen der motorischen Blendungsnerven nicht ändert, so kömmt man nothwendig zu dem Schlusse, dass die im Innern des Bulbus gelegenen Ganglien als Centra fungiren müssen, durch welche Erregungszustände der Gefühlsnerven auf die motorischen Blendungsröhren reflectirt werden können, ohne dass das Gehirn und Rückenmark dabei betheiligt wären."

B. Ueber den Einfluss der subcorticalen Ganglien auf die Pupillenerweiterung.

Zur Reizung der subcorticalen Knoten bedienten wir uns zweier Verfahrungsweisen. Entweder wurden ohne Abtragung der Gehirnrinde feine, zugespitzte und fast bis zum Ende[2]) gefirnisste Platinelektroden benützt, indem dieselben an solchen Stellen der Hemisphärenrinde versenkt wurden, welche entschieden als inactiv für die Pupille galten, oder es wurden die beiden Hemisphären auseinandergeschoben, das Corpus callosum durchschnitten und so die subcorticalen Ganglien blossgelegt. Zur Blosslegung der Vierhügel wurden anfangs die hinteren Theile der Hemisphären mit einem Messer abgetragen; die Thiere gingen aber in Folge eines solchen Operationsverfahrens eher zu Grunde, als man zur Reizung der blossgelegten Ganglien schreiten konnte. Die vorausgehende Unterbindung beider Carotiden verhalf bei diesen Verfahren keineswegs zu besseren Resultaten. In Folge dessen machten wir in den folgenden Versuchen von einer Operationsmethode Gebrauch, die den erwähnten Uebelstand fortzuschaffen vermochte. Der Schädel wurde nämlich in der Occipitalgegend trepanirt, die hinteren Abschnitte beider Hemisphären blossgelegt, darauf mit der Knochenscheere das Tentorium cerebelli weggenommen und die Occipitallappen der Hemisphären emporhebend, drang man zu den Vierhügelerhebungen. Der Vorzug dieser Methode liegt auf der Hand: man hat weder mit einer starken Blutung zu kämpfen, noch ist man

[1]) Der intraoculare Druck und die Innervation-Verhältnisse der Iris. Wien 1868, pag. 98.

[2]) Die Entfernung zwischen den Elektroden betrug in diesen Versuchen 0,5—1,0 cm.

genöthigt, sich mit der Beendigung der Operation zu beeilen. Letzterer Umstand ist für die photographische Methode von Werth, wo die Hinstellung des Apparates stets viel Zeit zu rauben pflegt.

Versuch 52. 18/V. 92. Eine schwarze Katze mit gelber Iris. Injection in die Vena jug. von 1,5 ccm Curarelösung. Künstliche Respiration. Trepanation des Schädels und Blosslegung der vorderen Theile beider Hemisphären. Hinstellung des Apparates vor dem rechten Auge.

Es wird registrirt:

Ein tiefer Stich wird durch den mittleren Theil des Gyrus marginalis in das rechte Corpus striatum gemacht. Die Reizungsstelle wird späterhin nach den feinen Blutkanälchen, die sich im Gehirn von den Elektroden gebildet haben, kontrollirt.

1. Reizung des Corpus striatum dext. vermittelst eines schwachen Stromes ($i = 130$ mm) — Pupillenerweiterung von 1,7 bis 3,8 mm. Latenzperiode beträgt 0,35 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2 Sec. Der Erweiterungstypus ist derselbe wie auf Reizung der Rinde.

Die Elektroden werden in derselben Weise in das Corpus striatum sinistrum versenkt.

2. Reizung des Corpus striatum sinistrum durch einen schwachen Strom ($i = 130$ mm) — Pupillenerweiterung von 2,1 bis 4,8 mm. Latenzperiode = 0,38 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2 Sec.

Die Elektroden werden in den rechten Thalamus opticus eingestochen.

3. Reizung des Thalamus opticus dexter durch einen schwachen Strom ($i = 130$ mm) — kein Effect.

Die Elektroden werden in den linken Thalamus opticus versenkt.

4. Reizung des linken Thalamus opticus durch einen schwachen Strom ($i = 130$ mm) — kein Effect.

Es wird der rechte N. sympathicus durchschnitten.

5. Reizung des Corpus striatum dext. durch einen schwachen Strom ($i = 130$ mm) — Pupillenerweiterung von 1,5 bis 3,2 mm. Latenzperiode = 0,5 Sec. Maximum der Erweiterung nach 3,5 Sec. Derselbe Erweiterungstypus wie bei Reizung der Rinde nach Durchschneidung des N. sympathicus.
6. Schwache elektrische Reizung des linken Corpus striatum ($i = 130$ mm) — Pupillenerweiterung von 1,6 bis 2,8 mm. Latenzperiode = 0,5 Sec. Maximum der Erweiterung nach 3 Sec.

Es wird das Rückenmark zwischen den 2.—3. Halswirbeln durchschnitten.

7. Reizung des Corpus striatum dext. durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 1,3 bis 3,3 mm. Latenzperiode = 0,7 Sec. Maximum der Erweiterung nach 6 Sec.
8. Reizung des Corpus striatum sinistrum durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 1,4 bis 2,4 mm. Latenzperiode = 0,7 Sec. Maximum der Erweiterung nach 6 Sec.

In dem gegebenen Versuche war die Reizung der Corpora striata von der gleichen Erweiterung der Pupillen gefolgt, wie die Reizung der Rinde. Diese Erweiterung bleibt auch nach Durchschneidung des N. sympathicus am Halse sowohl als nach Trennung des Rückenmarkes in der Höhe der obersten Halswirbel bestehen.

Auf die Reizung des Thalamus opticus war keine Pupillenreaction wahrzunehmen.

Versuch 53. 28/VII. 92. Eine graue Katze. Exstirpation des rechten Gang. cerv. supr.

6/III. Curareinjection. Künstliche Respiration. Trepanation des Schädels. Ausgedehnte Blosslegung beider Hirnhemisphären. Hinstellung des Apparates vor dem rechten Auge.

Es wird registrirt:

Die Elektroden werden in das linke Corpus striatum eingestochen.

1. Reizung des linken Corpus striatum durch einen schwachen Strom (i = 110 mm) — Pupillenerweiterung von 1,2 bis 4,0 mm. Latenzperiode = 1,0 Sec. Maximum der Erweiterung nach 8,0 Sec.

Die Elektroden werden in das rechte Corpus striatum eingestochen.

2. Reizung des Corpus striatum dext. durch einen schwachen Strom (i = 110 mm) — Pupillenerweiterung von 2,0 bis 4,6 mm. Latenzperiode = 1,0 Sec. Maximum der Erweiterung nach 8,0 Sec.

Die Elektroden werden in den rechten Thalamus opticus versenkt.

3. Reizung des Thalamus opticus dext. durch einen schwachen Strom (i = 110 mm) — Pupillenerweiterung von 2,0 bis 3,1 mm. Latenzperiode = 1,0 Sec. Maximum der Erweiterung nach 9,0 Sec.

Ein tiefer Stich dringt bis in die Corpora quadrigemina.

4. Reizung der Corpora quadrigemina durch einen schwachen Strom (i = 110 mm) — Pupillenerweiterung von 2,0 bis 5,7 mm. Latenzperiode = 0,6 Sec. Maximum der Erweiterung nach 5,0 Sec.

Nach Beendigung des Experimentes wird das Gehirn herausgenommen und die Reizungsstelle kontrollirt.

Der ebengenannte Versuch zeigt, dass die Pupillenerweiterung auf Reizung der subcortcialen Ganglien auf der operirten Seite selbst dann stattfindet, wenn das Gang. cerv. supr. exstirpirt worden ist. Die Exstirpation wurde hier 9 Tage vorher ausgeführt.

Versuch 54. 8/VII. 92. Eine graue Katze mit gelblichblauer Iris. Curareinjection. Künstliche Respiration. Trepanation des Schädels. Blosslegung der gesammten Oberfläche der Hemisphären. Es werden darauf die Hemisphären auseinandergedrängt, das Corpus callosum durchschnitten und die linken Hirnganglien so zum Vorschein gebracht.

1. Reizung des linken Corpus striatum durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 2,1 bis 4,2 mm. Latenzperiode = 0,3 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,1 Sec.
2. Reizung der äusseren Fläche des Thalamus opticus sinistrum durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — keine Wirkung.
3. Reizung der Querschnittsfläche des Thalamus opticus sinist. durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 2,2 bis 4,0 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2 Sec.

Es wird der rechte N. sympathicus abpräparirt und durchschnitten.

4. Reizung des Corpus striat. sinist. durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 1,3 bis 2,4 mm. Latenzperiode = 0,5 Sec. Maximum der Erweiterung nach 3,4 Sec.
5. Reizung der Querschnittsfläche des Thalamus opticus sinister durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 2,0 bis 3,2 mm. Latenzperiode = 0,5 Sec. Maximum der Erweiterung nach 3 Sec.

In diesem Versuche erhielten wir also Pupillendilatation: 1. auf directe Reizung des Corpus striatum durch einen schwachen Strom; 2. auf Reizung der Querschnittsfläche (Frontalschnitt) des Thalamus opticus. Die Erweiterung blieb aus auf Reizung der äusseren Fläche des Thalamus opticus. Die Durchschneidung des N. sympathicus gab für das Auftreten der Pupillenerweiterung auf Reizung der Hirnganglien kein Hinderniss ab; nur differirt

hierbei die Latenzperiode, indem sie grösser ist, als bei intactem N. sympathicus.

Versuch 55. 10/VIII. 92. Eine weisse Katze mit heller Iris. Curareinjection. Künstliche Athmung. Trepanation des Schädels. Blosslegung der vorderen und der mittleren Theile beider Hemisphären. Beide Hemisphären werden auseinandergedrängt, das Corpus striatum und der Thalamus opticus zum Vorschein gebracht. Das linke Auge wird vor dem Apparate hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Reizung des rechten Corpus striat. durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 3,7 bis 5,7 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,0 Sec.
2. Reizung der äusseren Oberfläche des Thalamus opticus dexter durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — kein Erfolg.
3. Reizung der Querschnittsfläche des rechten Thalamus opticus durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 5,5 bis 6,9 mm. Latenzperiode = 1,0 Sec. Maximum der Erweiterung nach 5,0 Sec.

Das Rückenmark wird zwischen den 1.—2. Halswirbeln durchschnitten.

4. Reizung des rechten Corpus striatum durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 4,6 bis 5,5 mm. Latenzperiode = 2,5 Sec. Maximum der Erweiterung nach 6 Sec.
5. Reizung der Querschnittsfläche des Thalamus opticus durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 5,0 bis 5,8 mm. Latenzperiode = 2,5 Sec. Maximum der Erweiterung nach 6 Sec.

Es wird mit der Knochenscheere das Os occipitale entfernt, die hinteren Theile der Hemisphären blossgelegt und das knöcherne Tentorium cerebelli abgetragen. Die Occipitallappen wurden etwas emporgehoben und sowohl das vordere als das hintere Vierhügelpaar zum Vorschein gebracht.

6. Reizung einer vorderen Vierhügelerhebung durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 4,6 bis 6,9 mm. Latenzperiode = 1,5 Sec. Maximum der Erweiterung nach 7 Sec.
7. Reizung der hinteren Vierhügelerhebung durch einen schwachen Strom (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 4,6 bis 6,5 mm. Latenzperiode = 1,5 Sec. Maximum der Erweiterung nach 7 Sec.

In diesem Versuche wurde die durch Reizung des Corpus striatum, des Thalamus opticus und der Vierhügel bewirkte Pupil-

lenerweiterung durch Trennung des Rückenmarkes im Gebiete der obersten Halswirbeln nicht unterdrückt.

Versuch 56. 13/VIII. 92. Ein grauer Kater mit sehr heller Iris. Curareinjection. Künstliche Athmung. Trepanation des Schädels im Gebiete des Os occipitale. Blosslegung der hinteren Theile der Hemisphären. Entfernung des Tentorium cerebelli mit der Knochenscheere. Leichte Emporhebung der Occipitallappen. Zumvorscheinbringen der vorderen und hinteren Vierhügelerhebungen. Hinstellung des Apparates vor dem rechten Auge.

Es wird registrirt:

1. Reizung der rechten hinteren Vierhügelerhebung durch einen schwachen Strom (i = 130 mm) — Pupillenerweiterung von 5 bis 7,7 mm. Latenzperiode = 0,3 Sec. Maximum der Erweiterung nach 1,5 Sec.
2. Reizung der rechten vorderen Vierhügelerhebung durch einen schwachen Strom (i = 130 mm) — Pupillenerweiterung von 5,5 bis 7,8 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2 Sec.

Es wird das Rückenmark im Gebiete der 1.—2. Halswirbel getrennt.

3. Reizung der rechten hinteren Vierhügelerhebung durch einen schwachen Strom (i = 130 mm) – Pupillenerweiterung von 5,3 bis 8 mm. Latenzperiode = 4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 6 Sec.
4. Reizung der vorderen rechten Vierhügelerhebung durch einen schwachen Strom (i = 130 mm) — Pupillenerweiterung von 5,5 bis 8 mm. Latenzperiode = 4,0 Sec. Maximum der Erweiterung nach 6 Sec.

Auch hier erwies sich die Trennung des Rückenmarkes zwischen der 1.—2. Halswirbeln als indifferent für die Pupillenerweiterung auf Reizung der Vierhügelerhebungen.

Alle hier angeführten Versuche enthalten den Beweis, dass auf elektrische Reizung des Corpus striatum und der Vierhügel wie auch des Querschnittes des Thalamus opticus Pupillenerweiterung von demselben Typus eintritt, wie auf Reizung der Hemisphärenrinde. Diese Erweiterung bleibt weder nach Durchschneidung des sympathischen Nerven und des Rückenmarkes im Gebiete der oberen Halswirbel aus, noch nach Exstirpation des Ganglion cervicale supremum.

Was nun die Wirkung des Oculomotorius und dessen Durchschneidung auf die in Folge Reizung der subcorticalen Hirnganglien eingetretene Pupillenerweiterung anbelangt, so ermächtigen uns unsere Beobachtungen noch nicht zu einer definitiven Be-

hauptung. Einerseits bewirkte die längere Zeit vor dem Experimente ausgeführte intracranielle Durchschneidung des N. oculomotorius keinerlei Veränderungen im Zustande der Pupillen, wenn die subcorticalen Ganglien durch tiefe Einstiche ohne Abtragung der Gehirnrinde gereizt wurden; andererseits gingen manche Thiere nach Blosslegung der subcorticalen Ganglien und voraufgegangener Durchschneidung des N. oculomotorius im Schädel früher zu Grunde als die Reizung der subcorticalen Ganglien vorgenommen werden konnte. Es ist dennoch höchst wahrscheinlich, dass wir es bei Reizung der subcorticalen Ganglien mit einer analogen Beeinflussung der Pupille zu thun haben, wie bei Reizung der Rinde, nämlich mit einer Hemmung der Thätigkeit des Oculomotoriuscentrums. Wir stossen auf diese Analogie in der Wirkung der subcorticalen Ganglien und der Gehirnrinde auf vegetative Vorgänge im Organismus auch in anderen Gebieten der Physiologie, so ist z. B. von W. Danilewski und Lawrinowitsch[1]) festgestellt worden, dass sowohl Reizung des Corpus striatum als Reizung der Rinde depremirend auf die Athmung und auf den Tonus des N. vagus (in Bezug auf das Herzklopfen) einwirken.

C. Einfluss der Hemisphärenrinde auf die reflectorische Erweiterung der Pupille in Folge psychischer und sensibler Reize.

Um die Wirkung verschiedener Affecte auf die Pupille zu ermitteln, wurden von uns folgende Experimente angestellt.

Versuch 57. 27/IX. 92. Eine grosse weisse Katze mit heller Iris. Nach Abpräparirung der Vena jugularis externa und Injection in dieselbe von 2,0 ccm Curarelösung wird künstliche Respiration eingeleitet und der Apparat vor dem linken Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Es wird der Katze plötzlich in's Ohr geschrieen — die Pupille erweitert sich von 4,0 bis 8,0 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 1,7 Sec.
2. Vor dem Ohre der Katze wird plötzlich laut gepfiffen — die Pupille erweitert sich von 4 bis 8,5 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2 Sec.
3. Es wird durch Aufklopfen mit der Scheere auf den Tisch, auf dem das Thier gelagert ist, ein Schall erzeugt — die Pupille erweitert sich von 4,5 bis 7 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2 Sec.

---

[1]) Zur Frage von dem Einfluss des Grosshirns auf die Athmung. Charkow. 1892.

4. Dem Thier wird durch das Schwingen eines Messers in der Richtung nach seinem Kopfe hin gedroht — die Pupille erweitert sich von 4 bis 9,5 mm. Latenzperiode = 0,5 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,2 Sec.
5. Am Ohre des Thieres ertönt wiederum plötzlich ein Schrei — die Pupille erweitert sich von 4,6 bis 6,7 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 1,5 Sec.
6. Das Thier wird abermals mit dem Messer bedroht — Pupillenerweiterung von 4 bis 7,2 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 1,8 Sec.

In allen diesen Versuchen bewirkte die auf mannigfaltige Art plötzlich hervorgebrachte psychische Erregung stets starke Pupillen-Erweiterung. Die hierbei erhaltenen Photogramme zeigen eine genaue Uebereinstimmung mit den Pupillenerweiterungscurven in Folge Reizung der activen Rindengebiete (s. Abb. 25).

Versuch 58. 13/X. 92. Eine graue Katze mit gelblicher Iris. Injection in die Vena jugularis von 1,5 ccm Curarelösung. Künstliche Athmung.

Es wird am rechten Auge registrirt:

1. Ein plötzlicher Schrei in's Ohr des Thieres — Pupillenerweiterung von 2,7 bis 6 mm. Latenzperiode = 0,35 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2 Sec.
2. Ein durchdringender Pfiff vor dem Ohre — Pupillenerweiterung von 3 bis 9,2 mm. Latenzperiode = 0,3 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,1 Sec.
3. Bedrohung des Thieres durch rasches Schwingen eines Stockes — Pupillenerweiterung von 3,2 bis 6 mm. Latenzperiode = 0,3 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2 Sec.
4. Ein plötzlicher Schlag mit dem Stocke auf den Tisch — Pupillenerweiterung von 3 bis 6,8 mm. (Das Thier lag auf demselben Tische.) Latenzperiode = 0,3 Sec. Maximum der Erweiterung nach 1,8 Sec.

Es wird der rechte N. sympathicus abpräparirt und durchschnitten.

5. Ein plötzlicher lauter Schrei in's Ohr des Thieres — Pupillenerweiterung von 2,2 bis 6,0 mm. Latenzperiode = 0,7 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,5 Sec. Der Typus der Curve hat sich verändert und diejenige Form angenommen, die für die Pupillenerweiterung auf Reizung der Rinde bei durchschnittenem Sympathicus charakteristisch ist.
6. Ein durchdringender Pfiff vor dem Ohre des Thieres — Pupillenerweiterung von 2,5 bis 5,1 mm. Latenzperiode = 0,8 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,5 Sec.

7. Plötzliche Bedrohung des Thieres durch rasches Schwingen eines Stokes — Pupillenerweiterung von 3,1 bis 4,5 mm. Latenzperiode = 0,7 Sec. Maximum der Erweiterung nach 2,3 Sec.

Der letztgenannte Versuch enthält den Beweis, das verschiedene psychische Affecte bei Thieren Pupillenerweiterung hervorrufen, welche bestehen bleibt, trotzdem der N. sympathicus durchschnitten ist.

Versuch 59. Zweite Hälfte des Versuches 25. 14/X. 92. Eine weisse Katze mit hellgelber Iris. Wir erinnern daran, dass in der ersten Hälfte des Versuches gleichzeitig mit der Curve der reflectorischen Erweiterung auf Reizung sensibler Nerven auch die Blutdruckschwankungen in der A. carotis registrirt wurden. Es war dazu der Manometer von Fick angebracht. Da wir uns die Frage vorlegten, ob nicht die Pupillenerweiterung bei psychischen Affecten auf eine in Folge der letzteren eintretende Alteration der Thätigkeit des Vasomotorencentrums zu beziehen wäre, so machten wir eben von diesem Versuche Gebrauch, um gleichzeitig mit der Pupillenerweiterungscurve bei psychischen Affecten auch den Blutdruck in der A. carotis zu messen. Zu diesem Behufe wird dem Thiere noch 0,5 ccm Curarelösung in die Vena jug. injicirt, um keine Bewegungen zu Stande kommen zu lassen, und der Apparat wiederum vor dem linken Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Ein plötzlicher lauter Schrei in's Ohr des Thieres — Pupillenerweiterung von 3,4 bis 7,6 mm. Latenzperiode = 0,39 Sec. Maximum der Erweiterung nach 1,8 Sec. Der Blutdruck in der A. carotis unverändert.
2. Ein durchdringender Pfiff vor dem Ohre des Thieres — Pupillenerweiterung von 4,1 bis 6,9 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 1,6 Sec. Der Blutdruck in der Carotis unverändert.
3. Ein plötzlicher Schall durch Aufklopfen mit dem Stocke auf den Tisch, auf welchem das Thier gelagert ist — Pupillenerweiterung von 3,6 bis 7,1 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec. Maximum der Erweiterung nach 1,9 Sec. Der Blutdruck ohne Veränderung.
4. Plötzliche Bedrohung des Thieres mit der Faust — Pupillenerweiterung von 3,8 bis 7,7 mm. Latenzperiode = 0,39 Sec. Maximum der Erweiterung nach 1,7 Sec. Leichtes Sinken des Blutdruckes in der A. carotis (s. Abb. 25).
5. Wiederholung der Bedrohung mit der Faust — Pupillenerweiterung von 3,7 bis 7,9 mm. Latenzperiode = 0,4 Sec.

Maximum der Erweiterung nach 1,9 Sec. Der Blutdruck in der A. carotis sinkt in geringem Grade (s. Abb. 25).

Der Versuch zeigt, dass die auf verschiedene psychische Affecte folgende Pupillenerweiterung nicht von einer Blutdruckerhöhung begleitet ist. Vielmehr war in den letzten zwei Beobachtungen ein Sinken des Blutdruckes zu verzeichnen, wie das Abb. 25 zeigt.

Daraus ist zu schliessen, dass die Pupillenerweiterung bei psychischen Affecten in keinem Zusammenhang mit der Blutfüllung der Irisgefässe steht, welche in Folge Erhöhung des Tonus des Vasomotorencentrums durch Affecte eine Alteration erleiden müsste. Trotz der beträchtlichen Pupillenerweiterung war fast keine Gefässalteration in unseren Versuchen zu constatiren.

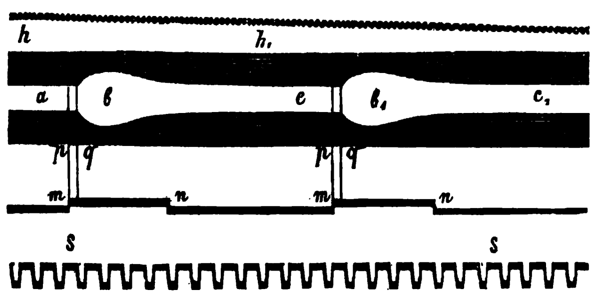


Abb. 25

stellt die Pupillenerweiterungscurve nach verschiedenen Affecten dar: *a* Pupille im Beginn der zweiten Hälfte des Versuches. *b* und b_1 Maximum der Erweiterung. *e* und e_1 Verengerung bis zur Norm. *h* und h_1 Blutdruck in der A. carotis. *pq* Latenzperiode. Natürliche Grösse.

Versuch 60. Ein graues Kaninchen mit gelblicher leicht pigmentirter Iris.

25/X. 91. Der linke N. oculomotorius wird intracraniell durchschnitten, worauf sich die Erscheinungen der vollständigen Paralyse des N. oculomotorius einstellen, die nach Verlauf eines ganzen Jahres noch in scharf ausgeprägter Form und fast ohne jegliche Veränderung bestehen bleiben. Im Laufe des Jahres wurde am Thiere mehrfach experimentirt und stets die Beobachtung gemacht, dass die Pupille des gesunden Auges auf sensible Reize und psychische Affecte mit einer hochgradigen Erweiterung reagirt, während die Pupille des operirten Auges keinerlei Veränderungen des Durchmessers auf dieselben Reize wahrnehmen lässt. Das Kaninchen befindet sich noch zur Zeit wohl und wurde zu einer

ausführlichen Untersuchung am 17. October 1892 zum letzten Male verwendet. Die dabei ermittelten Resultate lassen wir gleich folgen, obgleich die dunkle Farbe der Kanincheniris die Registrirung der Pupillenkurven unmöglich machte.

1. Ein tiefer Nadelstich in die Pfote — Pupillenerweiterung auf der rechten Seite. Linke Pupille unbeweglich.
2. Ein tiefer Stich in die untere Lippe — derselbe Erfolg.
3. Ein lauter Pfiff vor dem Ohre des Kaninchens — derselbe Erfolg.
4. Eine starke Aufregung durch gewaltsame rasche Umdrehung des Thieres — die rechte Pupille ad maximum erweitert, die linke unbeweglich.
5. Ein plötzlicher Schreck durch Bespritzen des Halses mit kaltem Wasser (das Kaninchen erzitterte stark) — rechte Pupille erweitert, linke unverändert[1]).

Dieser Versuch gestattet den Schluss, dass die Durchschneidung des N. oculomotorius von eminenter Bedeutung für die Pupillenerweiterung ist. Nicht nur die reflectorische Pupillenerweiterung von den sensibeln Nerven und von der Hemisphärenrinde aus wird dadurch aufgehoben, sondern auch diejenige, welche nach psychischen Affecten einzutreten pflegt. Wir gewannen diese Ueberzeugung nicht allein an Thieren, bei den wir eine intracranielle Durchschneidung des Oculomotorius ausführten, sondern auch an mehreren Patienten mit vollständiger Lähmung des N. oculomotorius. So konnte man z. B. bei einer Patientin aus der Klinik des Prof. Hirschmann, die an einer vollständigen Paralyse des Oculomotorius 15 Jahre lang laborirte und bei der das Atropin die mässig erweiterte Pupille ad maximum der Erweiterung bringen konnte, durch mannigfaltige schmerzhafte Reize und psychische Affecte absolut keine Veränderung der Pupille im gelähmten Auge, dagegen eine prompte Reaction der Pupille im gesunden Auge hervorbringen.

Um sich die unmittelbare Wirkung der Rinde auf die reflectorische Pupillenerweiterung nach Reizung sensibler Nerven plausibel zu machen, wurden von uns folgende Versuche angestellt.

Versuch 61. 7/VI. 92. Katze. Abpräparirung der Vena jugularis externa. Injection von 1,5 ccm Curarelösung. Künstliche Respiration. Trepanation des Schädels im Gebiete des rechten Scheitelbeines. Blosslegung der Frontal- und Parietalwindungen

---

[1]) Diese Erscheinungen wurden zum Theil von mir an demselben Kaninchen in der Sitzung der Medicinischen Gesellschaft zu Charkow am 2. November 1891 demonstrirt.

der rechten Seite. Isolirung der N. ischiadici. Hinstellung des Apparates vor dem rechten Auge.

Es wird registrirt:

1. Reizung des rechten Gyrus sygmoideus mit einem starken Strom (i = 20 mm) — starke Erweiterung beider Pupillen. Geringe Muskelzuckungen in verschiedenen Körpertheilen. Starke Zunahme der Frequenz der Herzschläge. Nach wenigen Minuten Verengerung der Pupillen, Abnahme der Zahl der Herzschläge, Aufhören der Muskelzuckungen.
2. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen rechten N. ischiadicus (i = 150 mm) — reflectorische Pupillenerweiterung mit einer ganzen Reihe von secundären und tertiären Wellen (s. Abb. 26).

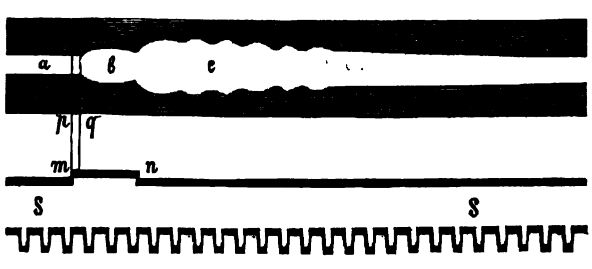


Abb. 26.

a Pupille einige Minuten nach Reizung des Gyrus sygmoideus mit einem starken Strome. *m* und *n* Anfang und Ende der Ischiadicusreizung. *p* Primäre Dilatation. *c* Eine Reihe secundärer und tertiärer Wellen. *pq* Latenzperiode. Natürliche Grösse.

3. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen linken N. ischiadicus (i = 150 mm) — die Pupillenerweiterung zeigt dieselben charakteristischen Eigenschaften.

Abb. 26 stellt die Curve der reflectorischen Erweiterung vom N. ischiadicus aus nach vorausgegangener Reizung der Hirnrinde vermittelst eines starken Stromes dar.

Versuch 62. 8/VI. 92. Dieser Versuch verlief in gleicher Weise wie der vorige. Das Resultat ist dasselbe.

Beide Versuche lassen die Betheiligung der Rinde an der Uebertragung des Reflexes von den sensibeln Nerven auf die Pupille deutlich hervortreten, denn starke elektrische Reizung der Rinde ändert den Charakter der reflectorischen Erweiterung und führt einen Zustand herbei, welcher an den sog. Hippus erinnert. Darunter versteht man bekanntlich eine motorische Neurose der Irismusculatur, welche sich in rythmischer Erweiterung und Ver-

engerung der Pupille kundgiebt, abgesehen von der Wirkung des Lichtes, der Accommodation und der Convergenz. Einige Beobachter haben die Erscheinungen des Hippus bei Reizzuständen des Gehirns im Initialstadium der progressiven Paralyse beobachtet, z. B. Vincent[1]); Raehlmann und Witkowsky dagegen haben sie auch bei verschiedenen Neurosen auftreten sehen. „Bei allen diesen Zuständen beobachtet man nicht selten gleichzeitig eine abnorme Beweglichkeit der Pupille (Hippus), die unter den Augen des Beschauers mehrfach ihre Grösse verändert, und ist die Erweiterung bei solchen Zuständen gewiss nicht, wie man gewöhnlich annimmt, ein einfaches Lähmungssymptom, sondern ein Beweis, dass die erweiternden Centren in abnorm hohem Maasse erregbar sind und den verschiedenen psychischen und sensibeln Eindrücken nicht mehr den genügenden, dem Zustande der Gesundheit entsprechenden Widerstand entgegensetzen. Auch hier ist nach dem richtigen Ausdruck von Schiff die Pupille das feinste Aesthesiometer für den Gemüthszustand der Patienten" (pag. 119).

Dass die Exstirpation des aktiven Rindenfeldes auf die reflectorische Dilatation der Pupille von den sensibeln Nerven aus, ebenso auf die Psychoreflexe der Pupillen, von Einfluss ist, beweisen folgende Experimente.

Versuch 63. 1/VIII. 92. Ein grosser Kater. Chloroformnarkose. Trepanation des Schädels rechts. Blosslegung der vorderen Theile der rechten Hemisphäre. Abtragung mit dem Messer des für die Pupille activen Rindengebietes. Cauterisation der Wunde mit dem Glüheisen behufs Sistirung der Blutung. Trepanation des Schädels links. Exstirpation des activen Gebietes der linken Hemisphäre in derselben Weise. Gleich nach der Operation Verengerung der Pupille, ebenfalls der Augenlidspalten, Vortreten der dritten Lider. Das Thier fühlt sich wohl, bewegt sich und geht unbehindert herum, ohne auf umgebende Gegenstände zu stossen.

2/VIII. Das Thier ist recht munter, geht ohne Schwierigkeiten. Es frisst nicht selbst, verschluckt aber die ins Maul gebrachten Fleischstücke. Pupillen eng, ihre Reaktion auf Licht gut erhalten, die dritten Augenlider treten vor, die Lidspalten verengt.

3/VIII. Das Thier ist matt, geht aber herum. Es frisst nicht selbst. Temp. in recto 40,7°. Pupillen eng, reagiren gut auf Licht. Die dritten Augenlider treten minder vor.

---

1) „Fluctuations et ondulations sur le limbe de l'iris, qui se succèdent à intervalles irréguliers". Des phénomènes oculopupillaires dans l'ataxie locomotrice progressive et la paralysie générale des aliénés. Thèse. Paris. 1877. pag. 70. Citirt nach Rembold.

4/VIII. Temp. 40,0°. Starke Mattigkeit. Das Thier erhebt sich ungern, frisst nicht. Pupillenzustand derselbe.

5/VIII. Temp. 39,0°. Das Thier ist ein wenig munterer. Pupillen eng. Die dritten Lider treten vor.

6/VIII. Temp. 39,5°. Aus der Wunde eine sanguinolente Flüssigkeit. Druck auf die Wunde bewirkt beiderseitige Pupillenerweiterung.

7/VIII. Temp. 39,2°. Die Wunde secernirt stärker. Pupillen eng, reagiren auf Licht.

8/VIII. Pupillen ein wenig erweitert, die Augenlidspalten noch immer eng. Reichliche Secretion auf der Wunde. Das Thier sitzt meist regungslos auf ein und derselben Stelle da, kehrt sich nicht um, wenn angerufen; bringt man es aber aus seiner üblichen Lage, so bewegt es sich, ohne auf umliegende Gegenstände zu stossen.

9/VIII. Temp. 38,7°. Die Wundsecretion ist noch immer bedeutend. Pupillen von normaler Weite, die dritten Augenlider treten nicht vor. Das Thier ziemlich munter.

10/VIII. Abnahme der Wundsecretion. Das Thier sitzt nicht mehr auf einer Stelle, bewegt sich willkürlich herum ohne äusseren Anlass.

11/VIII. Das Thier befindet sich wohl. Das Wundsecret spärlich.

12/VIII. Das Thier frisst selber. Die Bewegungen unbehindert. Geringer eiteriger Ausfluss aus der Wunde.

13/VIII. Der Ausfluss ist noch spurweise vorhanden. Pupillen normal.

14/VIII. Das Thier läuft munter herum.

15/VIII., 16/VIII. und 17/VIII. Status idem.

18/VIII. Die Wunde ist geheilt. Die Pupillen zeigen normale Weite und reagiren gut auf Licht. Keine Störungen der Motilität. Das Thier sieht gut und umgeht alle Hindernisse, denen es auf dem Wege begegnet.

Das Thier wird jetzt dem Versuche unterzogen. Es werden die Vena jugularis externa, beide N. ischiadici abpräparirt. Injection von 2,0 ccm Curarelösung. Künstliche Respiration. Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Reizung des centralen Endes des rechten N. ischiadicus ($i =$ 150 mm) — Pupillenerweiterung von 2,1 bis 5,0 mm. Die Kurve zeigt den Typus der direkten Erweiterung vom Sympathicus aus (s. Abb. 27).
2. Dieselbe Reizung — gleiches Resultat.

3. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen linken N. ischiadicus (i = 150 mm) — Pupillenerweiterung von 2,1 bis 5,2 mm — von demselben Typus.

Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

4. Reizung des centralen Endes des rechten N. ischiadicus (i = 150 mm) — Pupillenerweiterung von demselben Typus.
5. Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus (i = 150 mm) — Pupillenerweiterung von demselben Typus.

Der linke Sympathicus wird abpräparirt und durchschnitten.

6. Reizung des Kopfendes des linken Sympathicus (i = 150 mm) — maximale Pupillenerweiterung. Die Curve zeigt den Typus der directen Erweiterung.
7. Ein lauter Schrei vor dem Ohre des Thieres — keine Wirkung.
8. Ein starker Pfiff — keine Wirkung.

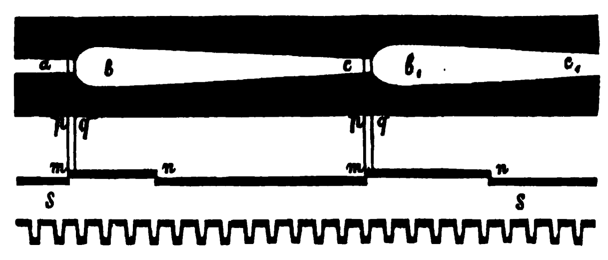


Abb. 27.

a Pupille bei der Katze, der man 18 Tage vor dem Versuche die aktiven Gebiete beider Hemisphären exstirpirt hat. b und b_1 Erweiterung auf Reizung des centralen Endes des durchschnittenen N. ischiadicus. m und n Anfang und Ende der Reizung. pq Latenzperiode. Natürliche Grösse.

Aus diesem Versuche ist zu ersehen, dass die Exstirpation des für die Pupille activen Rindengebietes beider Hemisphären die Reflexerweiterung der Pupille nicht nur nicht beseitigt, sondern den Charakter dieser Erweiterung in dem Sinne ändert, dass die Curve statt der primären und secundären Erweiterung mehr den Typus der directen Erweiterung annimmt. Daraus erschliessen wir, dass die Hemisphärenrinde einen hemmenden Einfluss auf diejenigen Organe ausübt, welche die Uebertragung des Reflexes von den sensibeln Nerven auf die Pupille zu besorgen haben. In der That tritt dieser Reflex nach Exstirpation des activen Rindengebietes viel leichter auf. Da ferner die Reizung des N. sympathicus, 18 Tage nach der Exstirpation

des activen Rindenfeldes vorgenommen, immerhin Pupillenerweiterung herbeigeführt hat, so kann das active Rindengebiet in keinem Falle als centraler Ursprung der sympathischen Fasern im Gehirn gelten, denn in einer solchen Zeit, wie 18 Tage, würden alle sympathischen Fasern der Degeneration anheimgefallen sein. Was endlich die Psychoreflexe der Pupille betrifft, so sehen wir sie nach Exstirpation des activen Rindenfeldes auf beiden Hemisphären gänzlich schwinden.

Versuch 64. 2/VII. 92. Grosser Hund mit heller Iris. Chloroformnarkose. Trepanation des Schädels rechts. Blosslegung des vorderen Theiles der linken Hemisphäre. Exstirpation des gesammten für die Pupille activen Rindengebietes in der oben beschriebenen Weise. Trepanation des Schädels auf der linken Seite mit der sich anschliessenden Exstirpation des activen Gebietes auf der linken Hirnhälfte. Gleich nach der Operation sind die Pupillen eng, die Augenlidspalten verengt, die dritten Augenlider treten etwas vor.

3/VII. Der Hund ist sehr matt, steht nicht auf und frisst nicht. Die Pupillen verengt, reagiren schlecht auf Licht.

4/VII. Das Thier ist schwach. Temp. 39,6°. Pupillen eng, verengern sich noch mehr bei heller Beleuchtung; bei Beschattung derselben erweitern sie sich sehr träge. Die Augenlidspalte ist in beiden Augen verengt, das dritte Lid tritt vor.

6/VII. Das Thier etwas munterer. Pupillen eng. Im inneren Augenwinkel beiderseits eine geringe Ansammlung von schleimig-eiterigem Sekret. Temp. 39,3°.

8/VII. Pupillen eng, ihre Reaktion auf Licht erhalten. Die Wunde secernirt eine geringe Menge sanguinolenter Flüssigkeit. Im inneren Augenwinkel beiderseits eingetrockneter Schleim. Temp. 40,0°.

10/VII. Der Hund fühlt sich wohl, kann noch nicht gehen, kriecht aber ziemlich gut.

12/VII. Der Hund macht Gehversuche, strauchelt aber oft und fällt. Temp. 40°. Das Wundsecret gering.

15/VII. Das Thier geht frei herum, nimmt noch von selbst keine Nahrung zu sich. Temp. 39,4°. Die Pupillen sind etwas weiter, reagiren gut auf Licht. Auf Druck auf die Wunde erweitern sich beide Pupillen.

16/VII. Der Hund ist ganz munter. Die Wunde klafft etwas nach hinten. Kein Wundsecret. Frisst selbst. Temp. 39,7°.

17/VII. Der Hund fühlt sich ganz wohl. Temp. 39,0°. Die Pupillen sind eng, reagiren gut auf Licht. Die Augenlidspalten sind etwas verengt, die dritten Lider treten nicht vor.

Das Thier wird dem Experiment unterzogen, der Befund — photographirt. Abpräparirung der Vena jugularis. Tracheotomie. Curareinjection (3,5 ccm). Künstliche Athmung. Abpräparirung der N. ischiadici. Hinstellung des Apparates vor dem rechten Auge.

Es wird registrirt:

1. Reizung des centralen Segmentes des durchschnittenen rechten N. ischiadicus (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 1,5 bis 6,5 mm. Die Curve zeigt den Charakter der direkten Erweiterung.
2. Dieselbe Reizung vermittelst eines stärkeren Stromes (i = 50 mm) — Pupillenerweiterung von 1,7 bis 7,0 mm. Derselbe Typus.
3. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen linken N. ischiadicus (i = 120 mm) — Pupillenerweiterung von 1,7 bis 7,2. Derselbe Typus.
4. Dieselbe Reizung mit einem mittelstarken Strom (i = 70 mm) — Pupillenerweiterung vom demselben Typus.

Es wird der rechte Halssympathicus abpräparirt und durchschnitten.

5. Reizung des Kopfendes des rechten Sympathicus (i = 100 mm) — Pupillenerweiterung von 1,2 bis 8,3 mm. Derselbe Erweiterungstypus.
6. Ein lauter Schrei vor dem Ohre des Thieres — keine Wirkung.
7. Ein durchdringender Pfiff vor dem Ohre des Thieres — keine Wirkung.

Das Ergebniss dieses Versuches stimmt mit dem des vorigen überein. Die 15 Tage vorher ausgeführte Exstirpation der activen Stellen auf beiden Hemisphären hat der Curve der reflektorischen Erweiterung den Charakter der mehr activen (direkten) Erweiterung verliehen. Ebenso gab diese Exstirpation kein Hinderniss für das Auftreten der Erweiterung auf Reizung des Halssympathicus ab, wohl aber wurde dadurch die psychoreflectorische Pupillenerweiterung (auf psychische Affecte) an ihrem Zustandekommen verhindert.

V e r s u c h 65. 24/VIII. 92. Grosser Hund mit hellgelber Iris. Chloroformnarkose. Trepanation des Schädels im Gebiete des rechten und des linken Schädelbeines. Beiderseitige Exstirpation des activen Rindenfeldes. Cauterisation der Wunde mit dem Glüheisen. Sofort nach der Operation: Myosis, Ptosis und Vortreten des dritten Lides.

18/IX. Die Pupillen normal weit, reagiren gut auf Licht; die Augenlidspalten nicht verengt. Die Wunde vollkommen geheilt. Der Hund geht frei herum und weiss sich zu orientiren.

Es wird die Vena jugularis abpräparirt und 3,5 ccm Curarelösung injicirt. Tracheotomie. Künstliche Athmung. Abpräparirung beider N. ischiadici. Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Reizung des centralen Segmentes des durchschnittenen rechten N. ischiadicus (i = 150 mm) — Pupillenerweiterung von 1,4 bis 5,1 mm. Die Erweiterung zeigt die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der auf Abb. 27 dargestellten Curve.
2. Reizung des centralen Segmentes des durchschnittenen linken N. ischiadicus (i = 150 mm) — Pupillenerweiterung von 2,0 bis 5,0 mm. Derselbe Typus.

Der Apparat wird vor dem linken Auge hingestellt.

3. Reizung des centralen Segmentes des linken N. ischiadicus (i = 150 mm) — Pupillenerweiterung von 2,3 bis 4,9 mm — von demselben Typus.
4. Reizung des centralen Endes des rechten N. ischiadicus (i = 150 mm) — Pupillenerweiterung von 2,9 bis 5,3 mm, von demselben Typus.

Es wird der linke Halssympathicus abpräparirt und durchschnitten.

5. Reizung des Kopfendes des N. sympathicus (i = 150 mm) — maximale Pupillenerweiterung.
6. Es wird die Wirkung der Affecte geprüft — kein Erfolg.

Wir sehen in diesem Versuche dasselbe, was in den vorigen· Der Typus der reflectorischen Erweiterung hat sich in Folge Exstirpation des activen Rindenfeldes auf beiden Hemisphären, welche 25 Tage vorher angebracht wurde, verändert; die psychoreflectorische Pupillenerweiterung ist nicht hervorzurufen; auf Reizung des Sympathicus tritt die Pupillenerweiterung wie zuvor auf.

Versuch 66. 3/VIII. 92. Grosser Kater. Exstirpation des für die Pupille activen Rindenfeldes auf der linken Hemisphäre. Sofort nach der Operation: die linke Pupille und die linke Lidspalte verengt, das dritte Lid tritt etwas vor. Die rechte Pupille von derselben Weite wie vor der Operation. Das Thier geht munter herum.

23/VIII. Das Thier ist durch nichts von einem gewöhnlichen gesunden Kater zu unterscheiden. Nichts von Störungen der Motilität. Die linke Pupille von normaler Weite, reagirt gut auf Licht. Die Lidspalte nicht verengt.

Es wird die Vena jugularis externa abpräparirt und 2,5 ccm Curarelösung injicirt. Künstliche Athmung. Abpräparirung beider N. ischiadici. Der Apparat wird vor der linken Pupille hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Reizung des centralen Segmentes des durchschnittenen rechten N. ischiadicus ($i = 150$ mm) — charakteristische reflectorische Pupillenerweiterung.
2. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen linken N. ischiadicus ($i = 150$ mm) — Pupillenerweiterung von demselben Typus wie auf Abb. 27.

Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt.

3. Reizung des centralen Segmentes des rechten N. ischiadicus ($i = 150$ mm) — charakteristische reflectorische Erweiterung.
4. Reizung des centralen Segmentes des linken N. ischiadicus ($i = 150$ mm) — Pupillenerweiterung von demselben Typus wie auf Abb. 27.

Dieser Versuch enthält den Beweis, dass die 20 Tage vorher angebrachte Exstirpation des activen Gebietes nur auf einer Hemisphäre ebenso den Charakter der reflectorischen Erweiterung verändert, wie wir das in den vorigen Versuchen gesehen; es besteht jedoch der Unterschied, dass diese Typusveränderung auf Reizung des auf der Seite der Exstirpation des activen Gebietes befindlichen sensibeln Nerven sowohl am rechten als am linken Auge zur Beobachtung gelangt, dagegen auf Reizung des sensibeln Nerven der entgegengesetzten Seite charakteristische reflectorische Erweiterung beider Pupillen erfolgt. Daraus kann man schliessen, dass jede Hemisphäre auf die reflectorischen Apparate beider Seiten hemmend wirkt, nur ist der Effect an denjenigen Organen auffallender, welche ihre Erregung von den sensibeln Nerven derselben Seite empfangen. Dadurch ist zu erklären, dass nach Exstirpation des linken activen Rindenfeldes der Typus der reflectorischen Erweiterung sich nur auf Reizung des linken Ischiadicus verändert hat, während die Reizung des rechten Ischiadicus in üblicher Weise reflectorische Pupillenerweiterung hervorbrachte. Da nach den Untersuchungen von Kowalewski jeder Seitenstrang Erreger der reflectorischen Erweiterung für beide Seiten enthält und da der Charakter der reflectorischen Erweiterung sich nach Exstirpation des activen Gebietes nur auf Reizung der sensiblen Nerven der entsprechenden Seite verändert, so kann die Vermuthung Platz greifen, dass 1. diejenigen Nervenfasern, welche die Impulse der reflectorischen Erweiterung fortleiten, nach Kreuzung im Rückenmark sich zum zweiten Male im Kopfhirn kreuzen, und 2. dass die die Pupille beeinflussenden Rindenorgane miteinander durch intercentrale Fasern in Verbindung stehen.

Versuch 67. 22/VIII. 92. Eine grosse Katze. Exstirpation des activen Rindenfeldes der linken Hemisphäre. Nach der Operation treten am linken Auge folgende Erscheinungen auf: die Pupille ist eng, reagirt nicht auf Licht; das dritte Lid tritt vor; die Lidspalte verengt. Das rechte Auge zeigt keine Abweichungen von der Norm.

12/IX. Die Wunde vollkommen geheilt. Keine Störungen der Motilität. Das Thier ist wohl.

14/IX. Das Thier wird dem Experimente unterzogen. Injection von Curarelösung (2,0 ccm) in die Vena jugularis. Künstliche Athmung. Abpräparirung der N. ischiadici. Das linke Auge wird vor dem Apparat hingestellt.

Es wird registrirt:

1. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen rechten N. ischiadicus — charakteristische reflectorische Pupillenerweiterung.
2. Reizung des centralen Segmentes des durchschnittenen linken N. ischiadicus — Pupillenerweiterung von demselben Typus wie auf Abb. 27.

Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt.

3. Reizung des centralen Segmentes des rechten N. ischiadicus — reflectorische Pupillenerweiterung.
4. Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus — Pupillenerweiterung von demselben Typus wie auf Abb. 27.

Auch dieser Versuch ergab das gleiche Resultat. Wir haben hier nach der 23 Tage vorher angebrachten Exstirpation des linken aktiven Rindengebietes Veränderungen des Erweiterungstypus beider Pupillen auf Reizung des linken N. ischiadicus, d. i. des sensiblen Nerven der entsprechenden Seite, erhalten, wogegen auf Reizung des rechten N. ischiadicus, d. i. des sensiblen Nerven auf der der Exstirpation entgegengesetzten Seite — der reflectorische Erweiterungstypus unverändert bestehen bleibt.

Versuch 68. 27/VIII. 92. Eine grosse Katze. Exstirpation des activen Rindenfeldes auf der linken Hemisphäre. Sofort nach der Operation: Verengerung der linken Pupille und der Lidspalte und Vortreten des dritten Lides. Das rechte Auge unverändert.

14/IX. Die Wunde ist geheilt. Keine Motilitätsstörungen. Die Katze ganz gesund.

16/IX. Die Katze wird zum Versuche herangezogen. Abpräparirung der Vena jugularis externa Injection von 2,0 ccm Curarelösung. Künstliche Athmung. Abpräparirung beider N. ischiadici. Hinstellung des Apparates vor dem linken Auge.

Es wird registrirt:

1. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen rechten N. ischiadicus ($i = 120$ mm) — charakteristische reflectorische Erweiterung.
2. Reizung des centralen Endes des durchschnittenen linken N. ischiadicus ($i = 120$ mm) — Pupillenerweiterung von demselben Typus, den Abb. 27 zeigt.

Der Apparat wird vor dem rechten Auge hingestellt.

3. Reizung des centralen Endes des rechten N. ischiadicus ($i = 120$ mm) — charakteristische reflectorische Erweiterung.
4. Reizung des centralen Endes des linken N. ischiadicus ($i = 120$ mm) — Pupillenerweiterung von demselben Typus, wie auf Abb. 27.

Dieser Versuch bestätigt den Befund der vorhergehenden Versuche. Der Typus der reflectorischen Erweiterung verändert sich nach der vor 20 Tagen angebrachten Exstirpation des linken activen Rindengebietes nur auf Reizung des linken sensibeln Nerven und bleibt unverändert bestehen auf Reizung des sensibeln Nerven der entgegengesetzten Seite.

Die letzterwähnte Versuchsreihe liefert uns den Beweis, dass die reflectorische Erweiterung der Pupillen nach Exstirpation der activen Rindengebiete eine Modification in ihrem Typus erleidet, indem mehr der active Charakter der directen Erweiterung hervortritt. In diesem Sinne scheinen unsere Resultate denjenigen von Schiff[1]) zu widersprechen, welcher nach Abtragung der vor dem Corpus striatum liegenden Gehirntheile auf relativ stärkere elektrische Reizung der sensibeln Nerven eine langsame und geringe Pupillenerweiterung eintreten sah. Thatsächlich besteht aber hierin kein Widerspruch. Wir haben selbst während unserer Untersuchungen über die Wirkung sensibler Reflexe auf die Pupille uns mehrfach überzeugen können, dass wenn die Reizung der sensiblen Nerven sich unmittelbar der Exstirpation des activen Rindenfeldes anschliesst, die besagte Abnahme und Verlangsamung der Erweiterung Platz greift und das Photogramm der Erweiterung den Charakter der reflectorischen Erweiterungscurve nach Durchschneidung des N. sympathicus annimmt. Diese Erscheinung wird plausibel, wenn man überlegt, dass bei der Abtragung des activen Rindengebietes durch die Operation selbst eine Reizung des Ge-

1) „On coupa toute la portion medullaire des lobes qui sort en avant des corps striés, mais on laissa ce qui sort latéralement de la queue du corps strié et se continue avec de lobe moyen. La partie postérieure du lobe moyen avait aussi été laissée. Dans ces cas, il fallait de fortes excitations de la sensibilité pour produire lentement une faible dilatation de la pupille“ (l. c. pag. 22).

hirns stattfindet. Ganz anders, wenn die sensible Reizung einige Wochen nach der Exstirpation vorgenommen wird. In einem solchen Zeitraum legt sich allmählich der Reizzustand der getroffenen Gehirntheile, somit fällt der hemmende und coordinirende Einfluss der Rinde auf die Reflexapparate weg und die Function der letzteren steigt in die Höhe.

Auf Grund unserer Untersuchungen über die unmittelbare Wirkung der elektrischen Reizung der grossen Hirnhemisphären, wie auch über die Wirkung der Extirpation des activen Rindenfeldes sind wir zum Schlusse berechtigt, dass die Hemisphärenrinde Apparate in sich birgt, welche einen hemmenden Einfluss sowohl auf die Pupillenverengerungscentren, als auch auf diejenigen Apparate, welche die Reflexübertragung von den sensiblen Nerven auf die Pupille besorgen, ausüben.

Dieser Schluss basirt nicht auf etwaigen theoretischen Erwägungen, sondern geht aus einer Reihe der mannigfaltigsten Versuche hervor und kann dazu dienen, einige Erscheinungen im Gebiete der Innervation der Pupillarbewegung, die bisher einer befriedigenden Erklärung entgegenharren, in's Klare zu bringen. Eine solche Erscheinung ist vor allem die Enge der Pupillen im Schlafe. Zur Erklärung derselben wurden zahlreiche Theorien aufgestellt. Nach der alten Theorie von Johannes Müller[1]) ist die Enge der Pupille im Schlafe als Resultat der Bewegung des Sphincters iridis combinirt mit der Convergenzstellung der Augen im Schlafe aufzufassen. Diese Theorie ist nicht stichhaltig, weil die Augen im Schlafe sich gar nicht in Convergenzstellung befinden. Nach anderen Forschern beruht die Enge der Pupillen im Schlafe auf Reizzuständen der Pupillenverengerungscentren. Diese Ansicht wurde zuerst von Ernst Heinrich Weber[2]) ausgesprochen, seine Anhänger sind Budge und Bessau. Diese Theorie ist wenig begründet, da ein so lang dauernder Reizzustand der Hirncentren im Schlafe nicht annehmbar ist. Fontana und später Raehlmann und Witkowski führen die Erscheinung der engen Pupillen im Schlafe auf Lähmung der Pupillenerweiterungscentren zurück. Diese Theorie erklärt nicht, warum im Schlafe durch das Fehlen sensibler und psychischer Reize die Thätigkeit der Pupillenerweiterungscentren allein in Wegfall kommt und nicht auch der Tonus des Oculomotoriuscentrums eine Erschlaffung er-

[1]) Handbuch der Physiologie u. s. w. Bd. I, pag. 589.

[2]) l. c.

fährt, obschon dem letzteren ebenfalls jede reflectorische Erregung durch das Licht im Schlafe abgeht. Ferner ist gegen diese Theorie anzuführen, dass die durch Atropin erweiterte Pupille sich im Schlafe nicht verengert, was nicht der Fall wäre, wenn die Myosis im Schlafe von der Paralyse des N. sympathicus abhängig wäre. Durch die Annahme des hemmenden Einflusses der Rinde auf das Oculomotoriuscentrum ist eine befriedigende Erklärung den engen Pupillen im Schlafe gegeben. Die Pupille ist eben daher im Schlafe eng, weil in diesem Zustande die Thätigkeit der Rinde eine Erschlaffung erfährt, somit auch ihre depressorische Wirkung auf das Pupillenverengerungscentrum eine geringere wird. Unter Einwirkung des Atropins werden die Endigungen des N. oculomotorius in der Iris gelähmt, in Folge dessen kann die während des Schlafes in Abnahme begriffene Hemmungswirkung der Rinde keinen verengernden Effekt mehr auf die Pupille ausüben.

Durch die Hemmungstheorie der Rinde lässt sich ausserdem die von uns mehrfach erwähnte paradoxe Thatsache erklären, dass die nach der Exstirpation des Ganglion cervicale supremum auftretende Pupillenverengerung einige Tage später wiederum zur Norm zurückzukehren beginnt. In der That, durch die Exstirpation des genannten Ganglions wird nicht allein die Leitungsbahn für alle aus dem Rückenmarke durch den Sympathicus gehenden Erweiterungsfasern unterbrochen, sondern auch die Thätigkeit derjenigen Centren, welche die aktive Pupillenerweiterung besorgen, aufgehoben, in Folge dessen findet ein Ueberwiegen der Wirkung des Sphincter iridis statt. Nach einiger Zeit beginnt diese Störung im Mechanismus der Pupillenbewegung in Folge gesteigerter Thätigkeit derjenigen Rindencentren, welche passiv die Pupille erweitern, sich auszugleichen; es findet eine Art Compensation statt, welche allmählich ansteigend nicht allein den Effekt der Exstirpation abschwächen und zum Verschwinden bringen, sondern auch in entgegengesetzter Richtung ihre Thätigkeit entfalten kann, d. i. in Folge der immer vor sich gehenden Zunahme des Tonus dieser Hemmungscentren Pupillenerweiterung herbeiführen. Was nun die verschiedenen lähmend wirkenden Gifte, wie Curare, Atropin, Chloroform anbelangt, so ist die nach ihrer Injection auftretende stärkere Pupillenerweiterung auf der Seite, auf welcher das Ganglion exstirpirt wurde, dadurch leicht zu erklären, dass diese Gifte, indem sie die Thätigkeit des Sphincters abschwächen, zum Hervortreten auf dieser Seite der Hemmungswirkung der Rindencentren beitragen, deren Tonus schon vordem gesteigert war. Indem wir der genannten Erscheinung eine solche Erklärung geben, nehmen wir an, dass für die erschlaffte Thätigkeit der einen Hirntheile eine verstärkte Thätigkeit der anderen vicariirend eintritt, d. i. eine

Compensationsvorrichtung, welche in der Physiologie des centralen Nervensystems bereits längst constatirt worden ist.

Die Theorie der Hemmungswirkung der Rinde auf das Pupillenverengerungscentrum, welche ihre Berechtigung an der Hand einer ganzen Reihe experimenteller Ergebnisse gewonnen hat und welche mehrere Erscheinungen auf dem Gebiete der Pupillarinnervation in befriedigender Weise zu erklären vermag, erhält eine wichtige Stütze darin, dass dasselbe Rindengebiet, welches sich für die Pupille als activ erweist, in sich Organe birgt, welche einen depressiven Einfluss auf das Herz, auf das Gefässsystem und auf den Tonus des N. vagus (W. Danilewski, Bochefontaine, Tscherewkow) und auf die Athmung (W. Danilewski und Lawrinowitsch) ausüben. Daraus ist zu entnehmen, dass dieses Rindengebiet von grosser affecto-motorischer Wirkung auf die Innervation verschiedener Organe des vegetativen Lebens sein muss.

Schluss.

Die wichtigsten Resultate unserer Untersuchungen[1]) fassen wir in folgenden Punkten zusammen:

1. Bei Säugethieren entspringen die Pupillendilatatoren aus dem Rückenmarke, verlassen dasselbe durch die vorderen Wurzeln der 7., 8. Hals-, 1., 2. Brustnerven und laufen durch die Rami communicantes zum Ganglion thoracicum primum. Von da steigen sie mit dem vorderen Aste der Ansa Wieussenii zum Ganglion cervicale inferius, aus dem letzeren gelangen sie durch den Halssympathicus in das Ganglion cervicale supremum. Nachdem sich die Pupillendilatatoren nach ihrem Austritt aus dem Ganglion cervicale supremum von den Rami carotidei getrennt haben, gelangen sie in den Schädel zum Ganglion Gasseri und vereinigen sich mit dem ersten Trigeminusast. Von hier verlaufen sie zum Auge mit den langen Ciliarnerven, am Ganglion Ciliare vorüber.
2. Der Stamm des N. trigeminus enthält hinter dem Ganglion Gasseri keine Pupillendilatatoren.
3. Die reflectorische Erweiterung der Pupille auf Reizung sensibler Nerven erfolgt nicht durch den N. sympathicus, sondern stellt einen depressiven Akt dar, bedingt durch Hemmung des Tonus des Oculomotoriuscentrums.

[1]) Wir haben in der vorliegenden Arbeit nur die Hälfte aller von uns angestellten Versuche angeführt.

4. Die sympathischen Ganglien üben einen tonisirenden Einfluss auf die die Pupille activ erweiternden Nervenfasern aus.
5. Man kann Pupillenerweiterung reflectorisch vom sympathischen System auslösen, indem hierbei die in letzterem eingeschlossenen sensiblen Nervenfasern gereizt werden.
6. Die asphyctische Pupillenerweiterung ist ein complicirter Act. Sie beruht einerseits auf activer Erregung durch dyspnoisches Blut des Pupillenerweiterungscentrums, aus dem die Impulse zum Auge auf dem Wege des Rückenmarkes durch den N. sympathicus fortgeleitet werden, andererseits ist sie bedingt durch Hemmung der Thätigkeit des Pupillenverengerungscentrums.
7. Das active Rindenfeld, d. i. diejenige Stelle, deren Reizung mit einem elektrischen Strome Pupillenerweiterung hervorbringt, umfasst den Gyrus centralis anterior et posterior und den Gyrus suprasylvius anterior (nach Ellenberger; nach Landois den vorderen Theil der 3. und 4. bogenförmigen Windungen).
8. Die Localisation des activen Rindenfeldes ist bei Katzen und Hunden dieselbe.
9. Die Pupillenerweiterung auf elektrische Reizung der Rinde bleibt bestehen trotz Durchschneidung aller Rückenmarksdilatatoren, ebenso des Stammes des N. trigeminus hinter dem Ganglion Gasseri.
10. Die elektrische Reizung des Corpus striatum, beider Vierhügelpaare und der inneren Fläche des Thalamus opticus ruft Pupillenerweiterung hervor, welche weder nach Durchschneidung des N. sympathicus und des Rückenmarkes noch nach voraufgegangener Exstirpation des Ganglion cerv. suprem. verschwindet.
11. Die Pupillenerweiterung in Folge verschiedener psychischer Affecte ist der Erweiterung auf Reizung des activen Rindenfeldes völlig analog.
12. Nach Exstirpation des activen Rindenfeldes bleiben die Psychoreflexe der Pupillen aus, dagegen nimmt die reflectorische Erweiterung auf Reizung sensibler Nerven einen mehr activen Charakter der direkten Erweiterung (vom N. sympathicus) an.
13. Die Rinde der grossen Hirnhemisphären übt einen hemmenden Einfluss sowohl auf das Oculomotoriuscentrum, als auf diejenigen Apparate aus, welche die Reflexübertragung von den sensibeln Nerven auf die Pupille besorgen.

Die vorliegende Untersuchung ist im physiologischen Laboratorium der Charkow'schen Universität unter Leitung des Herrn Prof. W. J. Danilewski entstanden. Für das lebhafte Interesse und für die Anleitung, die er mir dabei zu Theil werden liess, spreche ich ihm meinen tiefempfundenen Dank aus.

Es gereicht mir zur angenehmen Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. L. L. Hirschmann für die wissenschaftliche Unterstützung während meiner Arbeiten in der Klinik und im Laboratorium meinen innigsten Dank auszusprechen.

Auch bitte ich den Herrn Dr. Julius Motte für seine collegiale Hilfe bei der Ausführung meiner Versuche meinen aufrichtigen Dank entgegenzunehmen.

